

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES MARENA

Priorización de áreas de intervención

Proyecto Bio-Clima Nicaragua “Acción climática integral para reducir la deforestación y aumentar la resiliencia en las Zonas de Reserva de las Biosferas BOSAWAS y Río San Juan”

(contains a summary in English)



Elaborado por:

- Tyrone López / Proyecto ENDE-REDD+
- Jorge Rodríguez / Proyecto ENDE-REDD+
- Jorge Cisneros / Proyecto ENDE-REDD+

Managua, Noviembre 2018

Contenido

I. ACRÓNIMOS.....	1
II. SUMMARY (in English).....	2
III. CONCLUSIONES CLAVE.....	8
IV. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	10
4.1 Riesgos de deforestación de bosques remanentes (Rugosidad)	10
4.1.1 Exposición por borde.	10
4.1.2 Puntos calientes de deforestación.....	11
4.1.3 La pendiente del suelo.....	12
4.1.4 Acceso a caminos.....	13
4.1.5 Cálculo del índice de rugosidad	15
4.2 Estimación de tasa de deforestación y cobertura forestal	15
4.2.1 Uso y cambio de uso de suelo histórica	15
4.2.2 Categorías de cambio de cobertura	17
4.2.3 Diseño de la evaluación visual.....	17
4.2.4 Estimación de áreas de cambio de cobertura	18
V. RESULTADOS	21
5.1 Riesgos de deforestación de bosques remanentes (Rugosidad)	21
5.1.1 Zona de amortiguamiento de BOSAWAS.....	22
5.1.2 Zona de amortiguamiento de Río San Juan	23
5.1.3 Evaluación de rugosidad por municipio	24
5.2 Estimación de tasa de deforestación y cobertura forestal	25
5.2.1 Zona de amortiguamiento de BOSAWAS.....	25
5.2.2 Zona de amortiguamiento de Río San Juan	28
VI. PROPUESTA DE MUNICIPIOS PRIORIZADOS	30
6.1 Zona de amortiguamiento BOSAWAS.....	31
6.2 Zona de amortiguamiento Río San Juan	32
VII. PROPUESTA INTERVENCIONES EN MUNICIPIOS PRIORIZADOS	32
7.1 Zona de amortiguamiento BOSAWAS.....	32
7.2 Zona de amortiguamiento Río San Juan	34
VIII. POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES	35
IX. Anexos.....	36
Anexo 1: Programas y proyectos en la Costa Caribe.....	36

Anexo 2: Mapas de áreas protegidas BOSAWAS y RIO SAN JUAN.....	37
Anexo 3: Mapas de cobertura y uso del suelo 2015 BOSAWAS y RIO SAN JUAN.....	38
Anexo 4: Mapas rugosidad de municipios priorizados	41
Anexo 5: Mapa de acceso a caminos y carreteras	45

Cuadros

Cuadro 1 Índice de vulnerabilidad para las pendientes del suelo	12
Cuadro 2 Categorías de cambio de uso y cobertura	18
Cuadro 3 Clases de cobertura consideradas para la estimación de la deforestación, degradación y regeneración de bosques en el ERPD.....	19
Cuadro 4 Bosque Vulnerable para zona de amortiguamiento de BOSAWAS	24
Cuadro 5 Bosque Vulnerable para zona de amortiguamiento de Río San Juan.....	25
Cuadro 6 Estimación de cobertura del suelo utilizando malla de evaluación visual 2018	25
Cuadro 7 cambios de uso del suelo 2015 - 2018 de municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS	26
Cuadro 8 Bosque estable durante 2015 – 2018 de municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS	27
Cuadro 9 Distribución de pesos a criterios de priorización	31
Cuadro 10 Municipios priorizados municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS.....	31
Cuadro 11 Propuesta de intervenciones y áreas de implementación en municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS.....	33

Figuras

Figura 1 Exposición directa de bosque más vulnerable	10
Figura 2 Focos de deforestación	11
Figura 3 Índice de rugosidad para las pendientes del suelo	13
Figura 4 Método de evaluación de distancia "near"	13
Figura 5 Caminos para la Costa Caribe	14
Figura 6 Riesgo de los bosques por cercanía a caminos	14
Figura 7 Método SIG para estimar índice de rugosidad.....	15
Figura 8 Malla de evaluación sistemática para zonas de amortiguamiento	16
Figura 9 Árbol de decisión para la foto-interpretación de la cobertura de la tierra en el área de contabilidad, utilizando imágenes de alta resolución.....	20
Figura 10 Índice de vulnerabilidad del bosque para la Costa Caribe	21
Figura 11 Índice de vulnerabilidad para BOSAWAS	22
Figura 12 Índice de vulnerabilidad para Indio Maíz	23
Figura 13 Evaluación de la deforestación e incrementos de cobertura 2015 - 2018.....	26
Figura 14 Distribución de cobertura forestal estable en municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS	27

I. ACRÓNIMOS

CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
FAO	Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación
GBP	Guía de Buenas Practicas
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
INAFOR	Instituto Nacional Forestal
GL1996	Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - 1996
GPG2000	Guía sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los INGEI
GL2006	Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto
GEI	Gas de Efecto Invernadero
AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
NREF	Niveles de referencia de emisiones forestales
UTCUTS	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura
Gg	Giga gramos
DA	Datos de Actividad
FE	Factor de Emisión
CO ₂ eq	Dióxido de carbono equivalente
CO ₂	Dióxido de carbono

II. SUMMARY

In order to identify the areas where Bio-CLIMA would have highest impact and to focalize its interventions, the following prioritization methodology was developed by the ENDE-REDD+ team of MARENA, which includes the international technical guidelines of the IPCC, UNFCCC and FCPF. This methodology consists of two methods: i) risks of deforestation of remaining forests ("roughness index") and; ii) estimation of the rate of deforestation and forest cover for years 2015-2018.

Risks of remaining forests to be lost ("roughness index")

This method identifies the risks through the analysis of high resolution satellite images with ArcGIS tools, to calculate the following four parameters: i) Exposure of forest edges, ii) deforestation hot spots, iii) slope of the terrain and iv) road access.

Exposure of the forest edges: This analysis assumes that an area is more likely to be deforested at its edges, since it is more exposed to productive activities. To determine the risk of deforestation at the edges of the forests of interest for this project, the "point density" analysis method of ArcGIS was used. This analysis counts the number of points that are in a determined radius for the project at 2000 meters and the count assigns it as a value to the pixel (100x100 meters defined for this project), generated within a "raster" image.

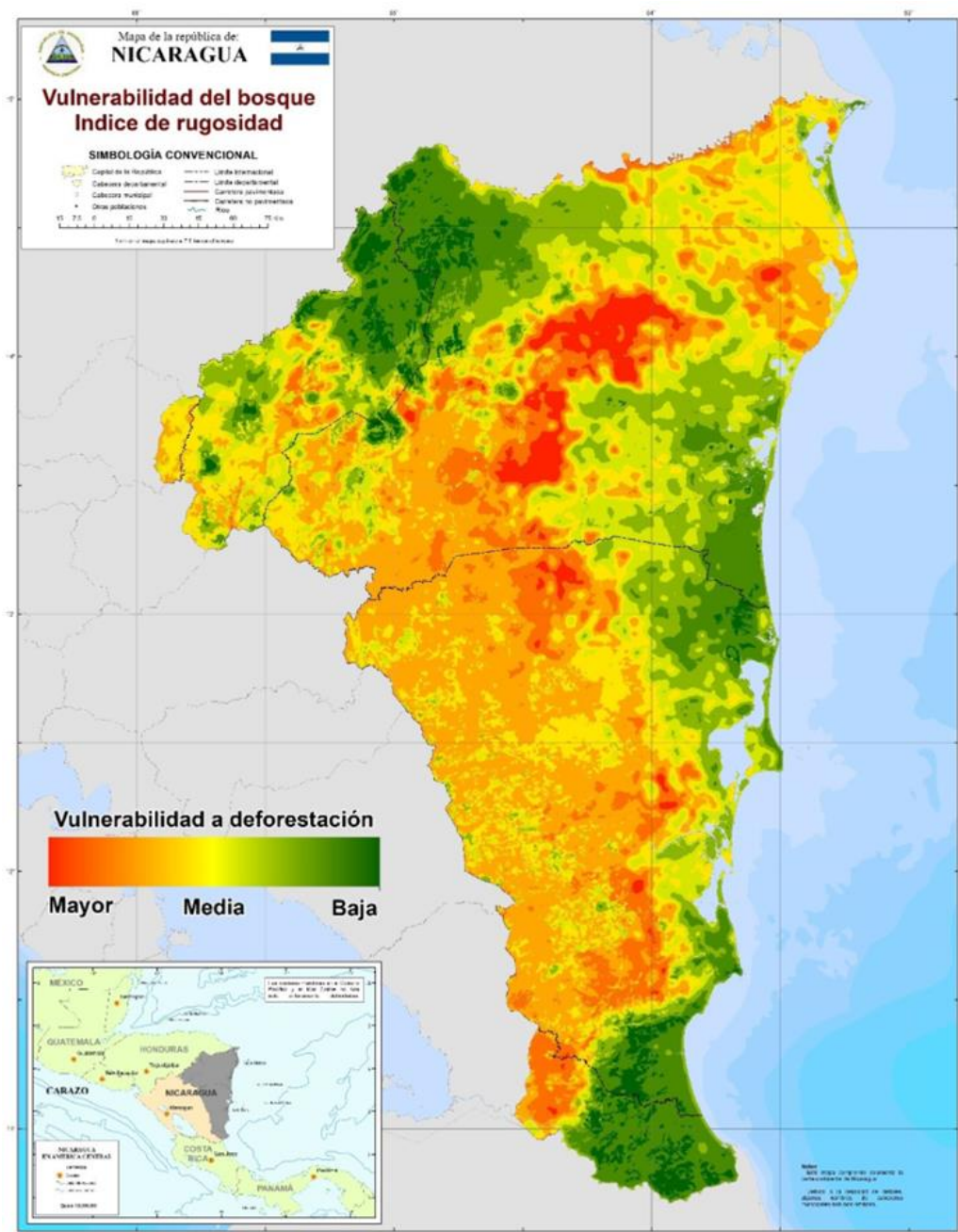
Deforestation hot spots: This analysis identifies the sites where the greatest deforestation has occurred in a given period and classifies them as a source of deforestation. The method assumes that the forest areas closest to a source of present deforestation is at higher risk of further forest loss. The analysis was applied to the period 2005 - 2015, using also the "point density" method of ArcGIS to identify the areas that were deforested during that decade.

Slope of the terrain: This analysis assumes that the slope of the terrain is a natural barrier to deforestation, since high slopes make access difficult and make the land less suitable for livestock activity. For this analysis, the slope map developed by the Ministry of Agriculture published in 2012 was used.

Road access: The analysis is based on the assumption that forests that are closer to roads are more vulnerable to deforestation. For this analysis, the same information for the forest edge exposure method was used, calculating the distance from each point to the nearest road, using the "near" tool of ArcGIS. All-weather (dirt) road maps were used being those road types the most important to determine vulnerability to deforestation by this factor.

Calculation of the roughness index: The roughness index for deforestation is calculated based on the analysis of the four criteria described above. It reflects the difficulty to

deforest and is valued between 0 and 100, where 100 represents the areas with the greatest vulnerability to be deforested, while zero represents areas with the highest roughness (or areas with the greatest difficulty for deforestation). To calculate the index, layers in raster format were used, using a raster calculator. The different variables were weighted in the following way: Deforestation hot-spots (35%), road access (30%), forest edge (20%) and; terrain slope (15%). The map below illustrates the roughness index for the Caribbean Region, where the dark red tones represent lowest roughness (100) while dark green highest roughness (zero). The corresponding detailed maps for both areas are represented in “Figura 11” and “Figura 12” in the main Spanish text.



Roughness indices were also evaluated for each municipality in order to prioritize intervention zones at this level (please refer also to *Cuadro 4 and Cuadro 5* in the main text in Spanish). For BOSAWAS, the roughness model indicates that 7 of the 9 municipalities have a high percentage of vulnerability, due to their proximity to the agricultural frontier, low terrain slopes, access to roads and deforestation hot spots identified for year 2015. For the buffer zone of Río San Juan, the model indicates that 4 of the 8 municipalities have a high percentage of vulnerability; 4 municipalities are not considered due to their remoteness with the areas that have forest remnants and are not adjacent to the protected area.

Estimation of deforestation rates and remaining forest cover for the years 2015 -2018

High resolution satellite images were used and processed through ArcGIS to calculate the following four parameters: i) Land uses and its historical changes, ii) land use change categories, iii) design of the visual evaluation and iv) estimation of areas of cover change.

Historical land use and use changes: This analysis is carried out through a multi-temporal visual evaluation exercise, using a systematic grid of visual evaluation plots nested in the National Forestry Inventory network 2007-2008 (10'x10 'grid). For the buffer zone of the BOSAWAS and Indio Maíz Reserves, a 2.5'x2.5' grid was prepared (equivalent to approximately 4.5 - 4.8 km) – [please refer to *Figura 8: Malla de Evaluación Sistemática* of the main text in Spanish]. The evaluation process is done for the year 2018 in ArcGIS with high resolution images (Google Earth, Bing Maps, Planet and Rapid-eye) on the systematic grid.

Categories of change of land cover: For this analysis a categorization of the different changes in land use that may occur in the study area was defined. Forests are defined by the category of perennial crops with a canopy cover > 30%, divided by broadleaved and coniferous, with further sub-divisions in two canopy cover categories (> 70% and 30-69%). Areas covered with natural secondary vegetation and / or isolated trees, combined or not with agricultural areas that do not reach the minimum of 30% of canopy cover, such as "*tacotales*", pastures with trees or natural savannas, wetlands or open woody vegetation forms are not considered as forest. Changes in coverage are broken down according to the level of degradation and types of non-forest cover (woody and non-woody vegetation).

Visual evaluation: A spatial evaluation unit for this analysis was defined by a plot of 90x90 meters (equivalent to 3x3 Landsat pixels). This plot is the minimum unit of tree coverage to be identified. High resolution images (Landsat, Sentinel, Spot, Rapyd Eye and Planet) were used as a source of reference data for the analysis, as well as the reference classification protocol established for the estimation of the reference level of the ENDE-REDD+ Program. Based on the visual analysis of the above mentioned plots, land use-change areas between years 2015- 2018 could be estimated through a multi-temporal analysis.

BOSAWAS Reserve Buffer Zone

The municipalities with the highest rates of gross deforestation in the period 2015-2018 are Siuna, Bonanza and Waspam with 21,000 ha, 17,000 ha and 14,000 ha respectively. The greatest gain in forest cover occurs in the municipalities of Siuna, Bonanza, Waslala and Wiwili de Jinotega. The amount of stable forest was estimated for each municipality during this period in order to associate it with future deforestation risk indices, which will be used later for the prioritization of areas of project intervention. The municipalities with the highest forest cover during the evaluated period are Siuna, Waspam, Bonanza, Mulukukú and Waslala with 79,000 ha, 62,000 ha, 62,000 ha, 37,000 and 32,000 ha respectively. Taking into account the results of this analysis, the municipalities with the highest priority are: Bonanza and Siuna; medium priority: Mulukukú, Waspam and Wiwili de Jinotega; and finally low priority: El Cuá, San José de Bocay, Waslala and Wiwili de Nueva Segovia. (See also Cuadro 6 – 8 of the main text)

Indio Maíz Reserve Buffer Zone

The municipalities with highest gross deforestation rates between years 2015 and 2018 were: El Castillo, El Rama and Nueva Guinea with 782 ha, 1,564 ha and 2,347 ha respectively. Only Bluefields had a cover gain of 782 ha in the evaluated period. The amount of stable forest for each municipality during the reference period was estimated in order to associate it with future deforestation risk indexes. The municipalities with the highest forest coverage during the period evaluated were Nueva Guinea and El Castillo with 44,000 ha and 30,000 ha respectively. Taking into account the results of this analysis, the only municipality with high priority is Nueva Guinea; medium priority El Castillo, and low priority: Bluefields and El Rama (see also Cuadro 9 – 11 of the main text).

Prioritization and selection of municipalities for Project intervention

Taking into account the 4 criteria (roughness assessment, deforestation rates, coverage gain and remaining forests), a weight of significance was assigned to each of them considering their contributions to biodiversity conservation, landscape and biological corridors restoration, reduction of the national deforestation rate and sustainable forest management; that should be implemented in the area of influence of the project. The following table shows the weights of each criterion and the conditions to be considered in each municipality:

Criterium	Weight (%)	Variable weighted
Roughness	20	Total vulnerable forest area
Deforestation	30	Total deforested area 2015 - 2018
Forest cover gain	20	Total forest cover gain area between years 2015 - 2018
Remaining forest	30	Total stable forest area between years 2015 and 2018

The variables were weighted in three ranges considering their priority: more than 75 - greater, 50 to 75 - medium and 0 a 50 – minor priority. The table below presents the results of the evaluation of the weights considering the information presented before. The high priority municipalities in the BOSAWAS Buffer Zone are: Bonanza and Siuna; medium priority: Mulukukú, Waspan and Wiwilí de Jinotega; low priority: El Cuá, San José de Bocay, Waslala and Wiwilí de Nueva Segovia

Municipality	Criterium				
	Roughness	Deforestation rate	Forest cover gain	Forest cover remanence	Total
Bonanza	20.00	24.64	20.00	23.82	88.47
El Cuá	16.29	3.21	-	2.65	22.15
Mulukukú	15.65	12.50	7.20	15.40	50.75
San José de Bocay	11.97	4.29	13.33	8.82	38.41
Siuna	9.81	30.00	26.67	30.00	96.48
Waslala	9.47	5.36	20.00	12.35	47.18
Waspan	6.60	20.36	6.67	23.82	57.45
Wiwilí de Jinotega	6.54	11.79	20.00	17.65	55.97
Wiwilí de Nueva Segovia	2.48	1.07	6.67	1.76	11.98

The table below shows the results of the same evaluation for the Rio San Juan Biosphere – Indio Maíz Buffer Zone: The municipality of highest priority is Nueva Guinea; medium priority El Castillo and low priority are Bluefields and El Rama.

Municipality	Criterium				
	Roughness	Deforestation rate	Forest cover gain	Forest cover remanence	Total
El Castillo	20	10	-	21	51
Nueva Guinea	16	30	20	30	96
Bluefields	14	-	20	8	41
El Rama	13	20	-	8	41
San Carlos	NE	NE	NE	NE	NE
El Almendro	NE	NE	NE	NE	NE
San Miguelito	NE	NE	NE	NE	NE
Morrito	NE	NE	NE	NE	NE

All the maps containing the prioritization of the municipalities within the two Biosphere Reserves can be found in Annex 1 of the Bio-CLIMA Concept Note Documentation.

Main findings and recommendations

It is recommended to intervene a total of 173,331 ha of the buffer zones of BOSAWAS and Rio San Juan Reserves, implementing activities of sustainable forest management, establishment of multifunctional Close-to Nature Planted Forests through enrichment planting within the natural regeneration, as well as coffee and cocoa agroforestry systems and silvopastoral systems.

The identified area includes 78,000 ha within the municipalities closest to the buffer zone of BOSAWAS, and 94,000 ha of the municipalities closest to the buffer zone of Río San Juan. The latter includes the municipalities of El Castillo and Bluefields due to its importance in the buffer zone to prevent the advance of deforestation as identified in October 2018.

A preliminary estimation indicates a total of 9 million t of CO_{2eq} avoided and removed during the implementation of interventions in prioritized municipalities.

CONCLUSIONES CLAVE

- Estimadas las áreas priorizadas del Proyecto Bio-Clima Nicaragua “Acción climática integral para reducir la deforestación y aumentar la resiliencia en las Zonas de Reserva de las Biosferas Bosawas y Río San Juan” utilizando los protocolos metodológicos desarrollados por el Programa ENDE-REDD+¹.
- Evaluados los criterios de rugosidad de municipios (vulnerabilidad forestal), cobertura forestal, tasas de deforestación y ganancia de cobertura para el periodo 2005 – 2015.
- Implementada y evaluada malla visual sistemática multitemporal para estimación directa de cambios de uso del suelo históricos², para 2015 – 2018. Enfoque utilizado para la construcción de los Niveles de referencia forestal presentados a la CMNUCC y al Fondo de colaboración para el carbono de los bosques (FCPF).
- Se recomienda intervenir en 173,331 ha de las zonas de amortiguamiento de BOSAWAS y Río San Juan implementando actividades de manejo forestal sostenible, plantación de bosques multifuncionales, sistemas agroforestales y silvopastoriles. Ver sección VI

Con Respecto a la zona de amortiguamiento de BOSAWAS:

- el modelo de rugosidad indica que 7³ de los 9 municipios tienen un alto porcentaje de vulnerabilidad, debido a su cercanía con la frontera agrícola, bajas pendientes de suelo, acceso a caminos y se han identificado para el 2015 puntos calientes de deforestación.
- Para el periodo 2015 – 2018, los municipios con mayores tasas de deforestación bruta son Siuna, Bonanza y Waspam con 21 mil ha, 17 mil ha y 14 mil ha respectivamente.
- Los municipios con mayor cobertura de bosque estable durante el período evaluado son Siuna, Waspan, Bonanza, Mulukukú y Waslala con 79 mil ha, 62 mil ha, 62 mil ha, 37 mil ha y 32 mil ha respectivamente
- Los municipios de alta prioridad son Bonanza y Siuna; prioridad media: Mulukukú, Waspan y Wiwilí de Jinotega; prioridad baja: El Cuá, San José de Bocay, Waslala y Wiwilí de Nueva Segovia.

¹ <http://enderedd.sinia.net.ni/index.php/docpreparacion>

² (Olofsson et al, 2014),

³ Siuna, Bonanza, Waslala, Mulukukú, Wiwilí de Jinotega, San Jose de Bocay, El Cuá y Wiwilí de Nueva Segovia

- Se sugiere intervenir en 78 mil ha de los municipios de la zona de amortiguamiento de BOSAWAS implementando actividades de manejo forestal sostenible, plantación de bosques multifuncionales, sistemas agroforestales y silvopastoriles.

Con Respecto a la zona de amortiguamiento de Río San Juan:

- El modelo de rugosidad indica que 4⁴ de los 8 municipios tienen un alto porcentaje de vulnerabilidad debido a su cercanía con la frontera agrícola, bajas pendientes de suelo, acceso a caminos y se encuentran dentro de los puntos calientes de deforestación que se han identificado para el 2015.
 - Para el periodo 2015 – 2018, los municipios con mayores tasas de deforestación bruta son: El Castillo, El Rama y Nueva Guinea con 782 ha, 1,564 ha y 2,347 ha respectivamente. Solamente Bluefields presenta una ganancia de cobertura de 782 ha en el periodo evaluado.
 - Los municipios con mayor cobertura de bosque estable durante el período evaluado son Nueva Guinea y el Castillo con 44 mil ha y 30 mil ha respectivamente
 - El municipio de alta prioridad es Nueva Guinea; prioridad media: el Castillo y prioridad baja: Bluefields y el Rama.
 - Se sugiere intervenir en 94 mil ha de los municipios de la zona de amortiguamiento de Río San Juan implementando actividades de manejo forestal sostenible, plantación de bosques multifuncionales, sistemas agroforestales y silvopastoriles. Se incluye el municipio del Castillo y Bluefields debido a su importancia en la zona de amortiguamiento para evitar el avance de la deforestación identificado en octubre 2018.
- Se estima un total de 9 Millones de Toneladas de CO2 evitadas y removidas durante la implementación de las intervenciones definidas para los municipios priorizados.

⁴ El Castillo, Nueva Guinea, Bluefields y El Rama

I. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Para estimar las áreas priorizadas del proyecto se utilizaron los protocolos metodológicos desarrollados por el Programa ENDE-REDD+⁵. Además, se consideran las orientaciones técnicas internacionales del IPCC, la CMNUCC y el FCPF.

Se implementaron 4 variables de priorización:

1. Evaluación de rugosidad de municipios
2. Cobertura forestal
3. Tasas de deforestación
4. Ganancia de Cobertura

A continuación, se describen los métodos utilizados para identificar las áreas de priorización:

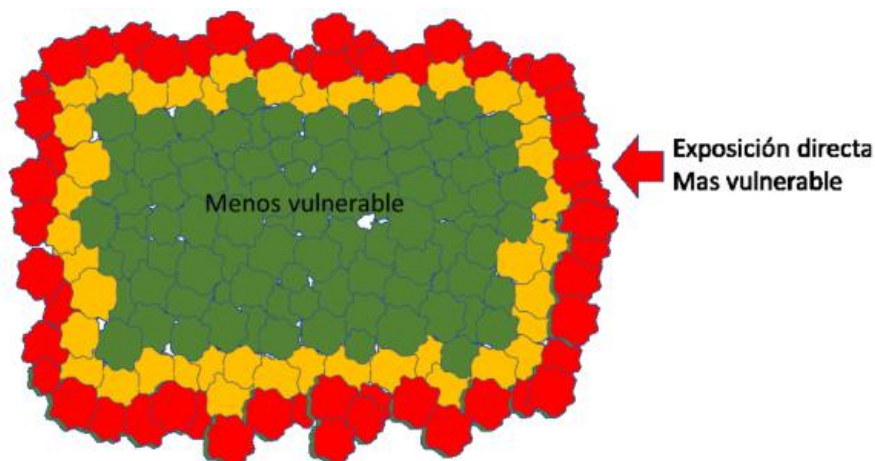
1.1 Riesgos de deforestación de bosques remanentes (Rugosidad)

Se utiliza el análisis espacial para identificar los riesgos, considerando las variables de exposición por borde forestal, puntos calientes de deforestación, pendiente del suelo, y el acceso a caminos.

1.1.1 Exposición por borde.

Esta variable supone que una masa boscosa se encuentra más propensa a la deforestación en aquellas áreas que se encuentran en el borde. Para realizar la estimación de exposición por borde, se incluyeron las áreas de tierras sujetas a inundación como si fueron bosques, esto se debe a que las tierras sujetas a inundación son una barrera natural y el bosque que se encuentra cerca de ellas no es igualmente vulnerable al que se encuentra en otras áreas con acceso sin limitaciones por el terreno.

Figura 1 Exposición directa de bosque más vulnerable



⁵ <http://enderedd.sinia.net.ni/index.php/docpreparacion>

Para delimitar la vulnerabilidad de cada masa de bosque en los bordes, independientemente de su tamaño, se utilizó la herramienta de “densidad de puntos”. Esta herramienta contabiliza el número de puntos que se encuentran en un radio determinado por el usuario (en este caso se escogió un radio de 2000 metros) y el conteo lo asigna como valor al pixel que se genera en una imagen raster (en este caso se escogió un tamaño de pixel de 100 x 100 metros).

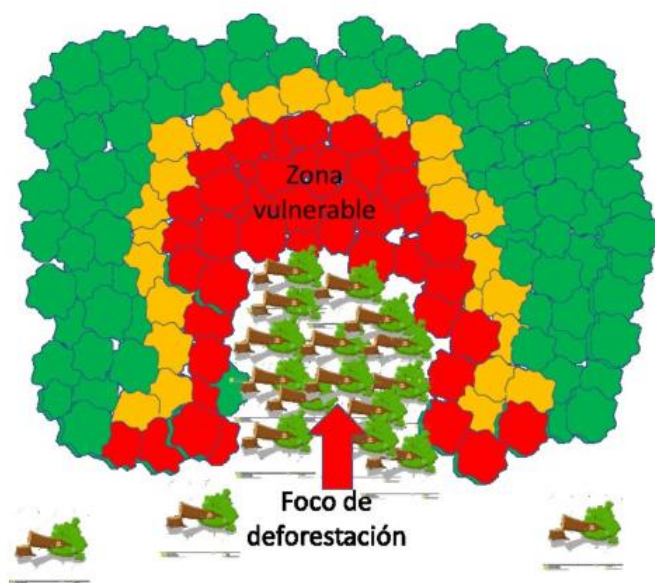
1.1.2 Puntos calientes de deforestación.

Se incluye también como variable, los sitios donde se ha dado más deforestación en el periodo 2005 – 2015. Por alguna razón, tanto biofísica como socioeconómica estos sitios son los que han mostrado mayor deforestación en la década analizada. La hipótesis es que, si no hay ningún cambio en los factores socioeconómicos que hacen que estos sitios sean focos de deforestación, entonces la deforestación seguirá por este mismo rumbo.

Para calcular los focos de deforestación, también se utilizó la herramienta de “densidad de puntos”. Sin embargo, en esta ocasión se utilizaron las áreas de bosque que se deforestaron en el periodo del 2005 al 2010. Se realizó el mismo proceso para la generación de la malla de puntos y luego se utilizó la herramienta de densidad de puntos para áreas deforestadas.

En los bordes de las manchas de bosque que estuvieron más cercanas a la fuerte deforestación, estos aparecerán como más vulnerable a la deforestación posterior. En la figura siguiente se ilustra un poco el resultado del cálculo.

Figura 2 Focos de deforestación



1.1.3 La pendiente del suelo.

Se toma como hipótesis de que la pendiente del suelo funciona como una barrera para el proceso de deforestación por dos principales motivos. El primero es que dificulta más su acceso y el segundo es que las tierras con altas pendientes tienen menos potencial para la actividad ganadera. Se utilizó el mapa de pendientes de suelo que fue elaborado por el Ministerio Agropecuario y Forestal y publicado en el 2012. Este mapa se encuentra elaborado a escala 1:50,000 y es parte del estudio de suelos realizado por este ministerio.

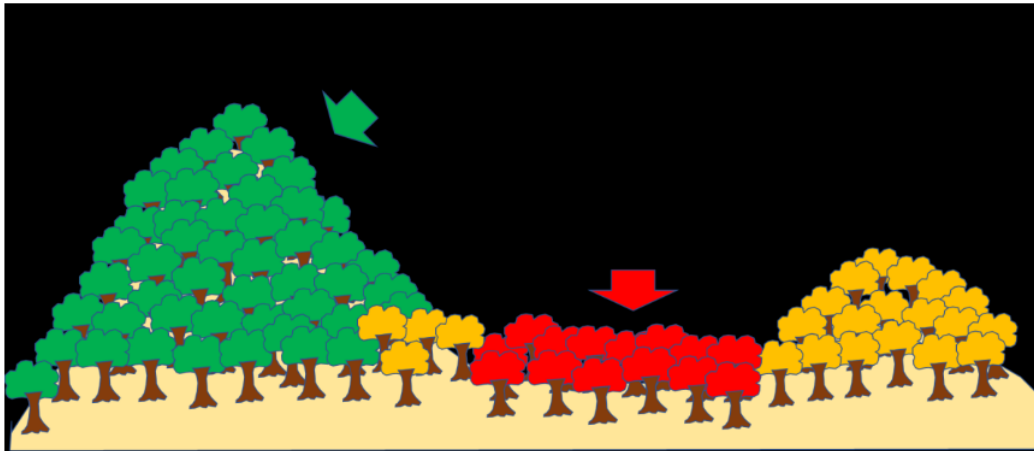
La construcción de este indicador para ser utilizado como parte del cálculo del “índice de rugosidad de la deforestación” tiene basada su lógica en la potencialidad del uso del suelo. Para el desarrollo de la actividad ganadera (principal uso del suelo que se le da a las áreas deforestadas en el país) las pendientes óptimas están entre 0 y 15%, sin embargo, se desarrolla sin problemas serios de degradación de suelo en pendientes de hasta el 30%. Pendientes entre el 30 y 50% causan serios problemas de degradación de los suelos, sobre todos en las zonas húmedas donde las lluvias intensas pueden causar erosión fuerte de los suelos, con la consecuente pérdida de fertilidad y bajo rendimiento de las áreas de pastizales. Los suelos con pendientes entre el 50 y 75%, no son aptos para la actividad ganadera, por lo tanto, no son tierras que buscan los ganaderos para extender su producción pecuaria.

En vista de estas consideraciones, se construyó el índice para las pendientes del suelo, asignando un valor entre 0 y 100 a las diferentes clases de pendientes. El valor 100 es el que representa menor rugosidad o dificultad para que se dé el proceso de erosión y el valor cero es el que favorece más a la deforestación.

Cuadro 1 Índice de vulnerabilidad parra las pendientes del suelo

Rango de pendiente	Valor del índice	Observaciones
0 – 2%	98	Prácticamente no hay barreras para el proceso de deforestación, las tierras son accesibles por el terreno y con potencial para la actividad ganadera
2 – 8%	92	
8 – 15%	85	No representa barrera física para la deforestación, sin embargo, aumenta un poco los procesos de degradación de los suelos
15 – 30%	80	
30 – 50%	50	Ocasiona más dificultades en el proceso de deforestación por la pendiente y bajo el potencial ganadero
50 – 75%	20	Tierras con dificultad de acceso y sin potencial para la ganadería

Figura 3 Índice de rugosidad para las pendientes del suelo

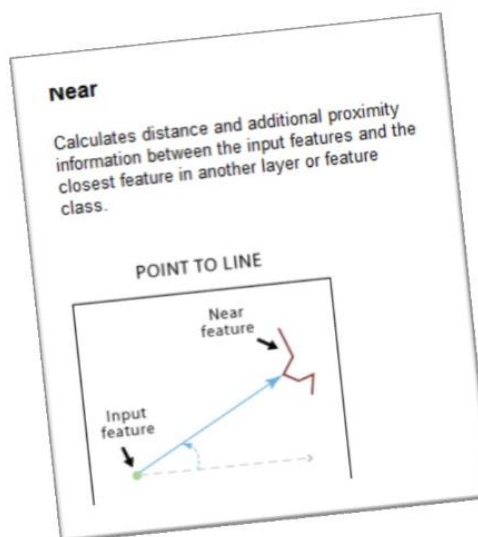


1.1.4 Acceso a caminos

El acceso en el territorio se puede dar por caminos, ríos navegables y vía aérea. El proceso de deforestación intenso depende más del acceso vía terrestre, puesto que el traslado de la madera o el traslado de la producción ganadera necesitan más este tipo de vías de acceso. La hipótesis planteada es que, las masas de bosque que se encuentren más cercanas a las vías de acceso, son más vulnerables a la deforestación

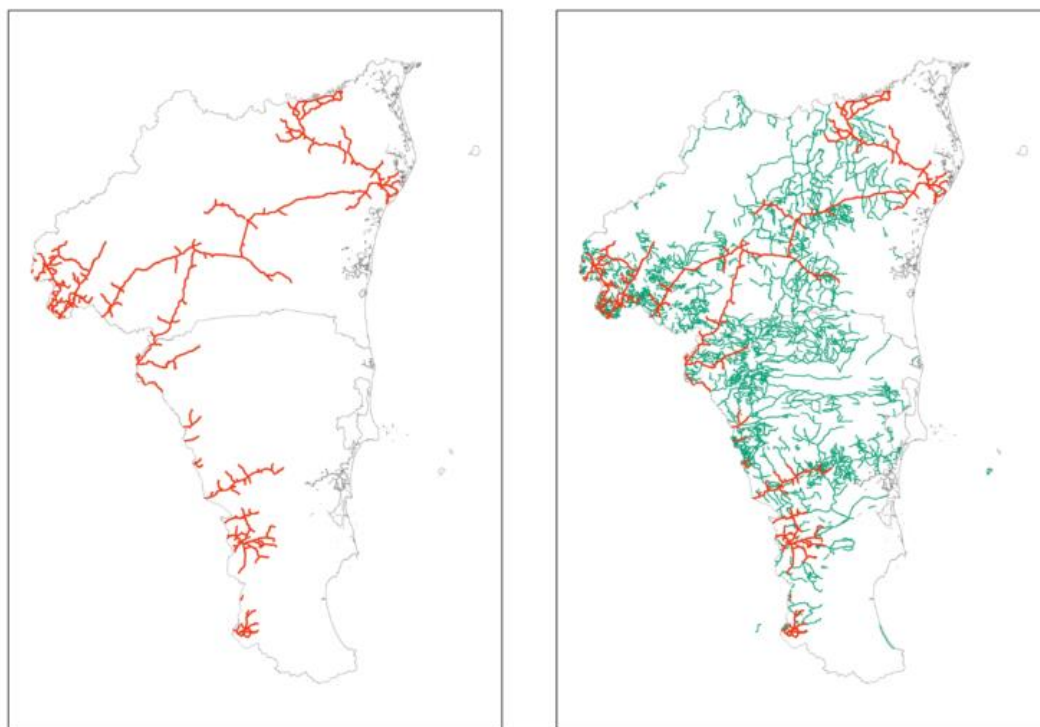
Para el cálculo de este indicador, se tomó la malla de puntos de bosques que fue construida para el indicador de bordes (ver capítulo 1.1) y se calculó la distancia de cada punto al camino más cercano utilizando la herramienta de "near" en el sistema de información geográfica, ver siguiente figura.

Figura 4 Método de evaluación de distancia "near"



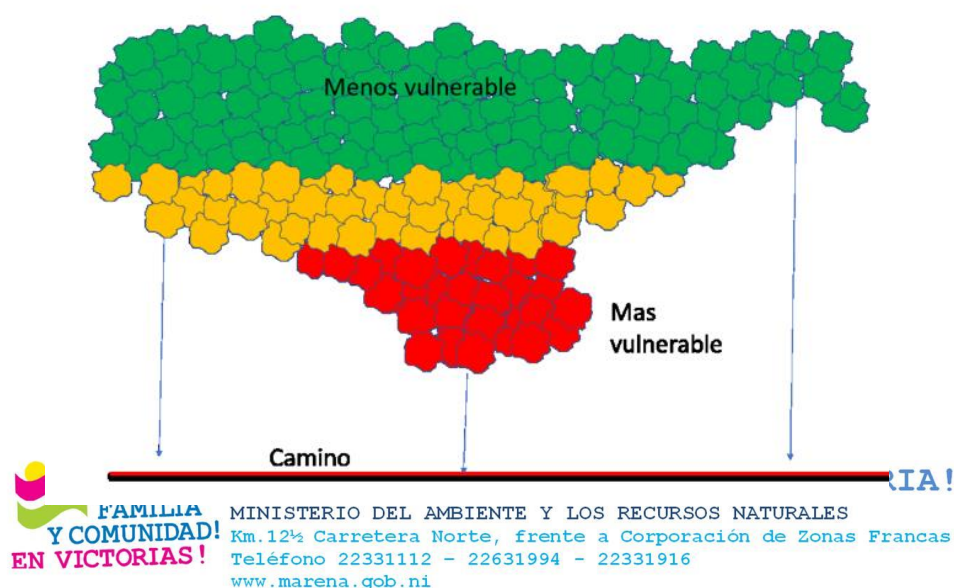
La capa de caminos a utilizar fueron dos: la primera capa es la de caminos de todo tiempo, tanto de revestimiento sólido como suelto. Esta es la vía de acceso más importante para determinar la vulnerabilidad a la deforestación. También se digitalizaron los caminos o trochas utilizando imágenes de alta resolución. En la siguiente figura se aprecian los caminos principales de revestimiento sólido y suelto, a la par la red vial completa que incluye los caminos de tiempo seco.

Figura 5 Caminos para la Costa Caribe



El resultado del cálculo de la distancia al camino más cercano y la clasificación de vulnerabilidad se ejemplifica en la figura 6.

Figura 6 Riesgo de los bosques por cercanía a caminos

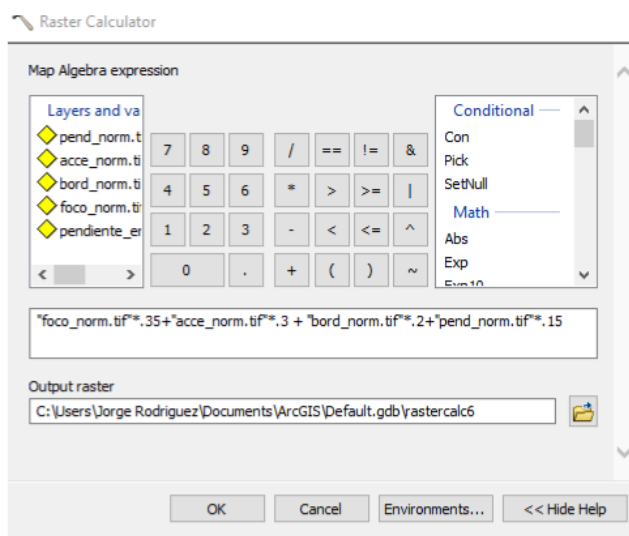


1.1.5 Cálculo del índice de rugosidad

Se llamará “índice de rugosidad de la deforestación” al índice creado a partir de las variables de: acceso, efecto de borde, pendientes y focos de deforestación, el cual refleja la dificultad para la deforestación. Todas las variables están con valores entre 0 y 100, donde el 100 representa las áreas con “mayor facilidad a la deforestación” y los valores más bajos representan las áreas de mayor rugosidad o áreas con mayor dificultad para la deforestación.

El cálculo del índice se realizó con las capas en formato raster, utilizando las facilidades del *Raster Calculator*. Las diferentes variables fueron ponderadas de la siguiente manera: Foco de deforestación (35%), Acceso (30%), Borde (20%) y pendiente (15%).

Figura 7 Método SIG para estimar índice de rugosidad

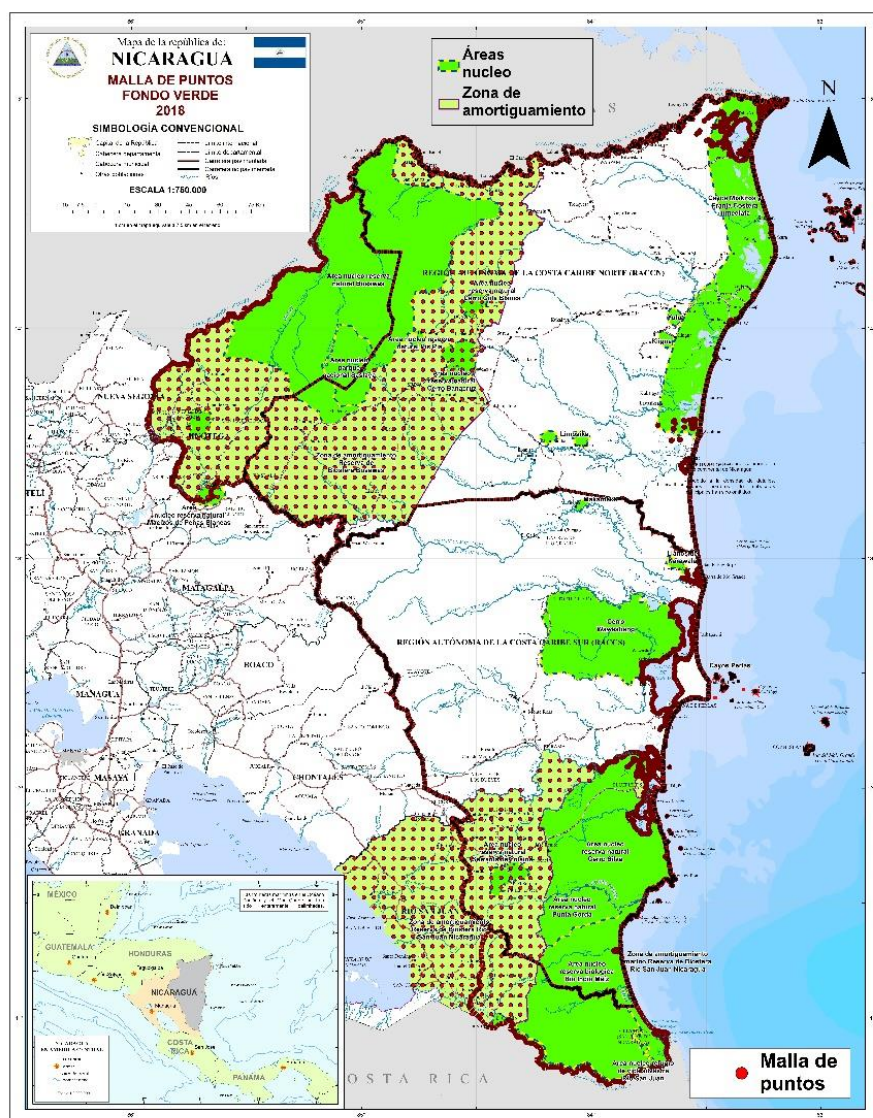


1.2 Estimación de tasa de deforestación y cobertura forestal

1.2.1 Uso y cambio de uso de suelo histórica

El análisis del uso y cambio de uso de suelo (deforestación, ganancia forestal y cobertura forestal) se realiza mediante un ejercicio de evaluación visual multitemporal, utilizando una malla sistemática de parcelas de evaluación visual anidadas en la red del Inventario Nacional Forestal 2007-08 (cuadrícula de 10 'x 10'). Para el área de amortiguamiento de las reservas BOSAWAS e Indio Maíz se preparó una cuadrícula de 2.5'x2.5' (4.5 - 4.8 km aproximadamente). Ver figura 8

Figura 8 Malla de evaluación sistemática para zonas de amortiguamiento



El proceso de evaluación visual se realiza para el año 2018 en ArcGIS y Collect Earth, utilizando imágenes de alta resolución (Google Earth, Bing Maps, Planet y rapideye) sobre la malla sistemática. Las parcelas de evaluación visual de 90 x 90 m de tamaño (equivalente a 3 x 3 píxeles Landsat) y una rejilla interna de 3 x 3 (dentro de cada parcela de 90 x 90 m) para medir la cobertura de cada elemento⁶.

⁶ Este abordaje metodológico sustituye la estimación de las áreas de cambio a partir de la combinación de datos de mapas y datos de referencia (Olofsson et al, 2014), por la estimación directa de áreas de cambio a partir de solamente datos de referencia, obtenidos a partir de una malla sistemática de puntos (SYS). De acuerdo a GFOI (2018), los países están progresivamente utilizando el muestreo de referencia para estimar áreas. Una compilación del enfoque seguido por los países en sus Niveles de referencia forestal presentados a la CMNUCC o al Fondo de colaboración para el carbono de los bosques (FCPF), muestra que actualmente, 17 de las 35 presentaciones utilizan el muestreo para estimar los datos de actividad. Asimismo, el papel de los datos de referencia, también caracterizados como datos de evaluación

1.2.2 Categorías de cambio de cobertura

La estimación de datos del uso del suelo se realiza de acuerdo a las categorías de cambio consignadas en el cuadro 2. Se incluye como bosque la Categoría de Cultivos perennes con cobertura de dosel > 30% y se subdividen los bosques latifoliados y coníferas en dos categorías de cobertura de dosel (> 70% y 30-69%). No se consideran como bosque las áreas cubiertas con vegetación secundaria natural y/o árboles aislados, combinadas o no con áreas agropecuarias, que no alcanzan el mínimo de 30% de cobertura de dosel, tales como los “tacotales”, pasturas arboladas, sabanas naturales, humedales o bosques abiertos. Un total de 23 categorías de cambio son consideradas en el nivel de referencia. Los cambios de cobertura se desglosan según el nivel de degradación y tipos de cobertura no forestal (vegetación leñosa y no leñosa).

1.2.3 Diseño de la evaluación visual

En la evaluación visual se adoptaron las siguientes indicaciones relacionadas con el diseño de respuesta:

- Unidad de evaluación espacial: como unidad de evaluación espacial se utiliza una parcela de 90x90 metros (que corresponde a 3x3 píxeles de Landsat) y que se interpreta mediante una malla de 3x3 puntos (9 puntos en total) dentro de cada parcela. La malla de 3x3 píxeles es la que más se acerca a 10% ($1/3 = 11\%$), que es la unidad mínima de cobertura arbórea que se requiere identificar. En una malla de 4x4, 2 puntos alcanzan 12.5% y si se utiliza una malla de 5x5 píxeles la aproximación a 10% sería 12% ($3/25=12\%$).
- Fuentes de datos de referencia: para el 2018, se utilizan como fuente de datos de referencia el repositorio de imágenes de alta resolución facilitadas por MARENA – INETER (Landsat, Sentinel, Spot, Rapyd Eye y Planet)
- Protocolo de clasificación de referencia: Se seguirá el protocolo establecido para la estimación del nivel de referencia del Programa ENDE-REDD+. Esto con el fin de reducir la incertidumbre de la clasificación, con especial atención en: a) El sesgo asociado registro espacial de la ubicación de referencia, b) El sesgo del intérprete, o error en la asignación de la clase de referencia a la unidad espacial; y c) La variabilidad del intérprete que es una diferencia entre la clase de referencia asignada a la misma

de precisión, es servir de base para las estimaciones de área. Es decir, si los datos de referencia son la mejor evaluación de las condiciones del suelo, estos datos proporcionan la mejor información disponible para estimar el área. La función principal del mapa en este contexto es reducir los errores estándar (incertidumbre) de las estimaciones de área basadas en los datos de muestra de referencia. Además, las estimaciones de área producidas a partir de los datos de referencia van acompañadas de estimaciones de incertidumbre, proporcionando así la información necesaria para la construcción de intervalos de confianza para el cumplimiento de la orientación de buenas prácticas del IPCC.

unidad espacial por diferentes intérpretes (es decir, la variabilidad del intérprete es el complemento entre el acuerdo entre intérpretes).

- Clasificaciones de referencia: Las categorías de cobertura de la tierra que se utilizan en la evaluación visual se consignan en el cuadro 3. Estas clases en su mayoría son consistentes con las establecidas en el Inventario Nacional Forestal (INAFOR, 2008).
- Software de evaluación: Debido a que se cuenta con mosaicos Spot, Planet y Rapid Eye, resultó más práctico realizar la evaluación visual en ArcGIS en lugar de Collect Earth.

Cuadro 2 Categorías de cambio de uso y cobertura

Nu m		Clases de cambio de cobertura de tierra
1		Bosque latifoliado estable >70%
2		Bosque latifoliado degradado 30%-69% estable
3		Degradación de Bosque latifoliado >70% a 30%-69%
4	Bosques que permanecen como bosques	Mejora de Bosque latifoliado degradado de 30%-69% to 70%
5		Bosque de Pino estable >70%
6		Bosque de Pino degradado 30%-69% estable
7		Degradación de Bosque de Pino >70% a 30%-69%
8		Mejora de Bosque de Pino degradado 30%-69% a 70%
9		Cultivos permanentes estables >30%
10		Deforestación de Bosque latifoliado a Vegetación leñosa
11	Tierras forestales convertidas a otras tierras	Deforestación de Bosque latifoliado a Vegetación No leñosa
12		Deforestación de Bosque de Pino a Vegetación leñosa
13		Deforestación de Bosque de Pino a Vegetación No leñosa
14		Deforestación de Cultivo permanente :30% a Vegetación No leñosa
15		Bosque secundario latifoliado a partir de Vegetación leñosa
16		Bosque secundario latifoliado a partir de Vegetación No leñosa
17	Tierras convertidas en tierras forestales	Regeneración de bosques de pino a partir de Vegetación leñosa
18		Regeneración de bosques de pino a partir de Vegetación No leñosa
19		Establecimiento de cultivos permanentes a partir de Vegetación No leñosa
20	Tierras No forestales que permanecen como tales	Vegetación No leñosa estable
21		Vegetación leñosa estable
22		Conversión de Vegetación leñosa a No leñosa

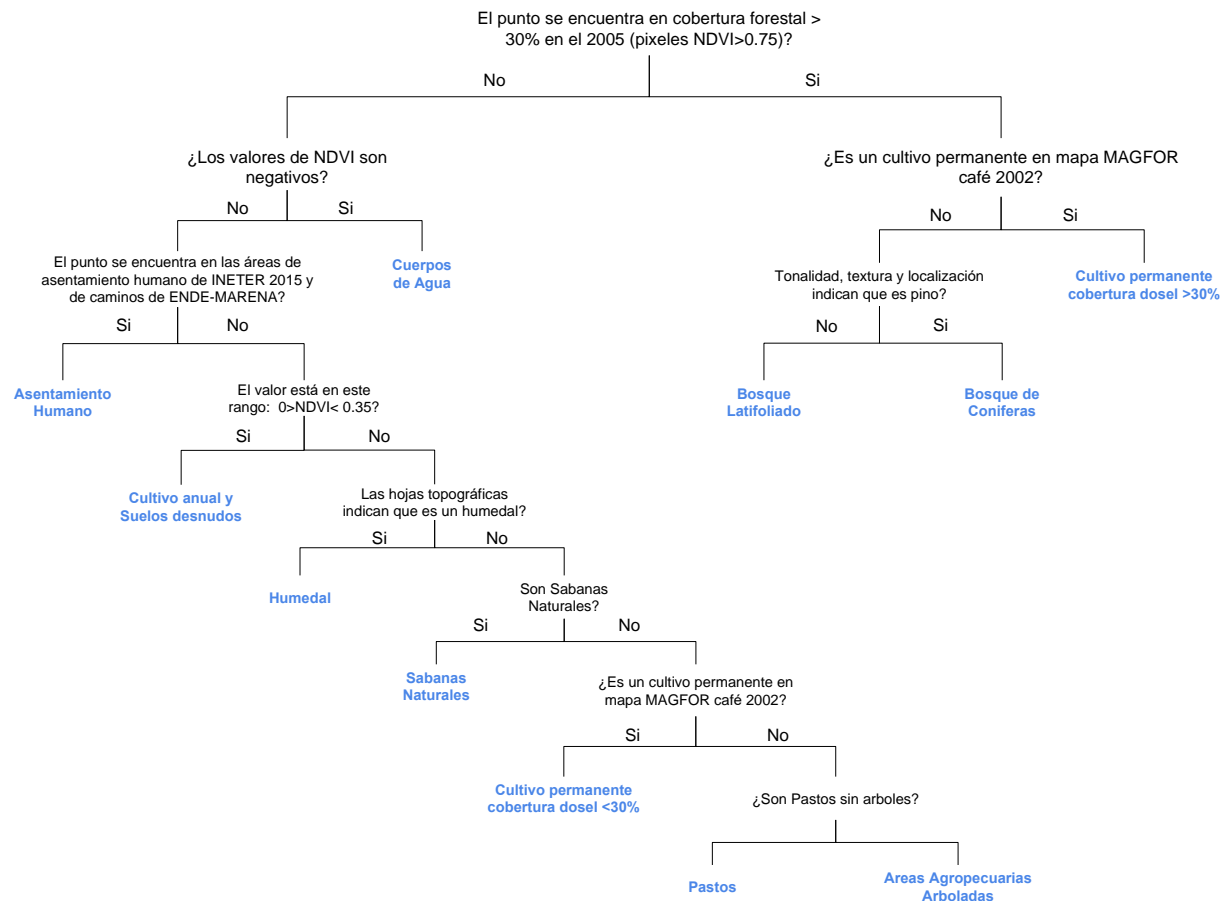
1.2.4 Estimación de áreas de cambio de cobertura

Con base en las parcelas de evaluación visual de cobertura se realiza el análisis de transición 2015-2018, a partir del cual se estiman de las áreas de cambio de cobertura de la tierra multitemporal.

Cuadro 3 Clases de cobertura consideradas para la estimación de la deforestación, degradación y regeneración de bosques en el ERP

Num	Categoría de Cobertura	Código	Descripción
1	Bosque latifoliado degradado 30-69%	BL-d	Bosque en el que más del 70% de la cubierta arbórea está compuesta por especies de hoja ancha. Esto incluye los boques mixtos y ecosistemas de Palma Natural y Manglares.
2	Bosque latifoliado intacto >70%	BL-i	
3	Bosque de pino degradado 30-69%	BP-d	Bosque en el que más del 70% de la cubierta arbórea consiste en especies de coníferas. Son áreas de bosque dominadas por pino en diferentes estados de madurez.
4	Bosque de pino intacto >70%	BP-i	
5	Cultivo Permanente > 30% (bosque)	Bos-CP	Café, Cacao, Frutales, Plantaciones Forestales
6	Cultivo Permanente < 30% (no bosque)	Nbos-CP	Café y Cacao con sombra <30%, Palma Aceitera, Musáceas, Bambú, Coco
7	Ecosistemas y Áreas agropecuarias arboladas	Tac	Superficie mixta de cultivos y pastos con vegetación arbustiva, tacotales y cultivos anuales arbolados.
8	Cultivos anuales y suelos desnudo	Ca	Áreas o tierras desprovistas de vegetación, con suelos en preparación para cultivo. Incluye suelos compuesto de arena y rocas, muy limitadas o no aptas para producción agropecuaria. Incluye las zonas de derrumbe, cauces de los ríos con evidencia de inundación reciente, y las zonas de extracción de material selecto. (e.g. Playas, costas, afloramientos rocosos, minería)
9	Pastos	P	Pastos con y sin manejo sin árboles
10	Sabanas naturales	Snat	Pastos naturales asociados a Pino
11	Humedales	Tsi	Tierra cubierta periódica y temporalmente por agua y dominada por gramíneas, sin presencia significativa de árboles y arbustos. Cobertura de copas de árboles < 10%. Presencia de vegetación herbácea típica de humedales.
12	Cuerpos de Agua	Lag	Superficie ocupada por ríos, lagos, lagunas y embalses importantes. Incluye lagunas costeras y mares.
13	Asentamientos humanos y caminos	Urb	Áreas pobladas con construcciones significativas. Incluye las viviendas dispersas en el campo y todas las zonas pobladas. Áreas sometidas a uso intensivo cubierto en gran parte por estructuras, incluye ciudades, poblados, aldeas y fajas a lo largo de carreteras y rutas de transporte. También incluye zonas en donde se localizan instalaciones y edificaciones tales como granjas avícolas y otros complejos industriales.
14	Sombras y Nubes	Nub	Esta no es una categoría de cobertura. Corresponde a la superficie cubierta por nubes y sombras de nubes en la imagen de referencia.
15	Sin información	No-info	Esta no es una categoría de cobertura. Corresponde a la superficie sin imágenes de referencia disponible para la evaluación visual de la cobertura.

Figura 9 Árbol de decisión para la foto-interpretación de la cobertura de la tierra en el área de contabilidad, utilizando imágenes de alta resolución.

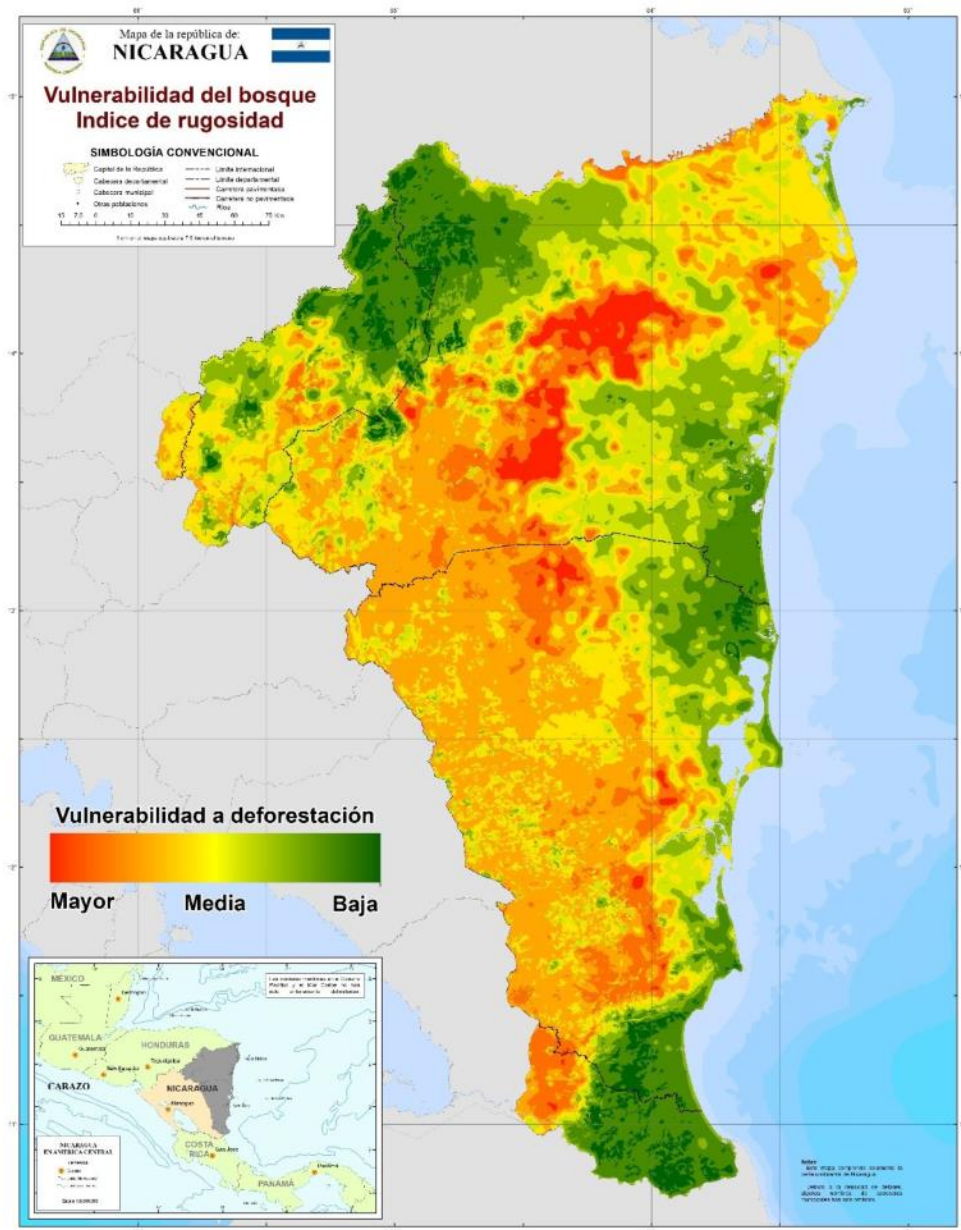


II. RESULTADOS

2.1 Riesgos de deforestación de bosques remanentes (Rugosidad)

Considerando las variables abordadas en el capítulo 3.1: exposición al borde; puntos calientes de deforestación; pendiente del suelo y el acceso a caminos, se generó espacialmente el comportamiento del índice de rugosidad para el año 2015 para la costa caribe, BOSAWAS y Río San Juan.

Figura 10 Índice de vulnerabilidad del bosque para la Costa Caribe



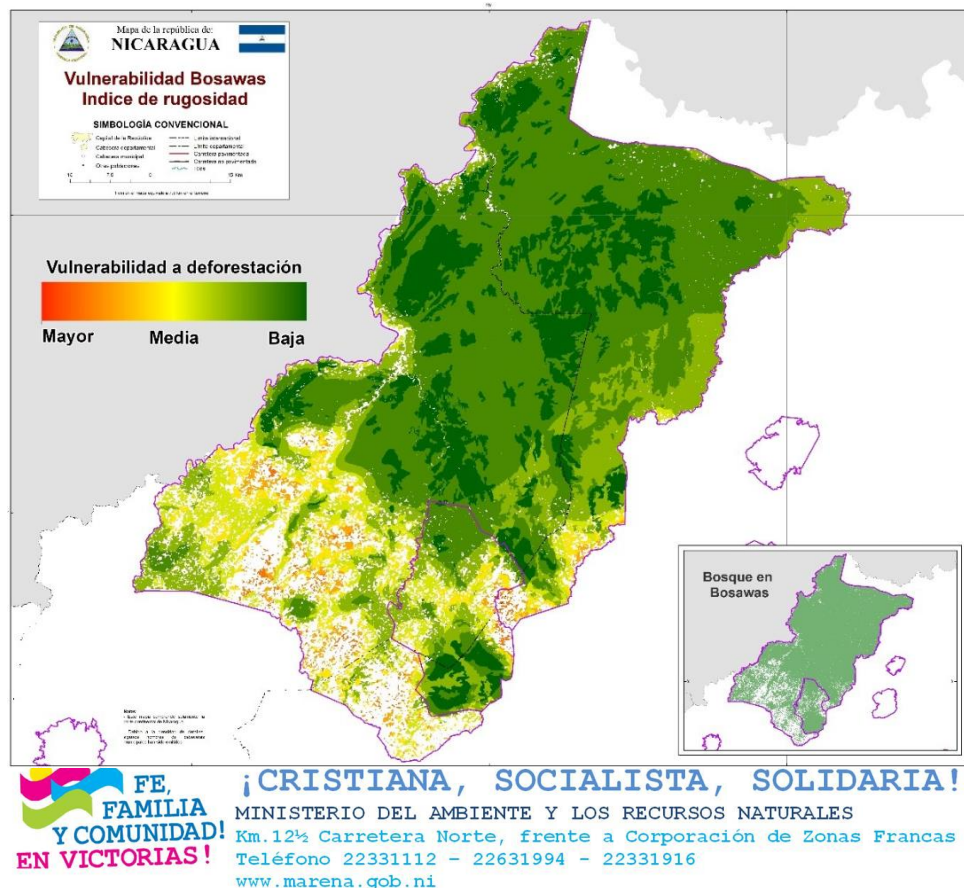
- El principal foco de deforestación se encuentra avanzando hacia BOSAWAS por su parte sur, al norte de los poblados de Susun, Wasminona, Kukalaya, Leimus, Sahsa, Sumu Bila. El río kukalaya atraviesa esta zona “caliente” de deforestación. La zona de BOSAWAS también es amenazada por su parte oeste, aparentemente el Río Bocay, Wina y Amaka, son fuentes importantes de entrada. Otra zona importante es la de El Empalme, que queda carretera a Alamikamba.
- En la zona noreste de BOSAWAS hay áreas con pendientes escarpadas que pueden frenar un poco la deforestación. También se puede observar una zona de pendientes escarpadas en la zona sureste del país.

2.1.1 Zona de amortiguamiento de BOSAWAS

Las áreas en blanco son las que no tienen bosque y las áreas coloreadas son las áreas con bosque y el índice de rugosidad. En el recuadro de abajo se muestra las áreas bajo bosque de BOSAWAS. Obsérvese como la parte noroeste de BOSAWAS, que es la más deforestada, también es la que se encuentra con mayor riesgo de seguir siendo deforestada. Luego se observa el lado noreste presenta riesgos de deforestación de media a baja. Ver figura 11

En el Cerro Saslaya, se observa el alto riesgo de deforestación que existe en las áreas que se encuentran más al borde y en suelos planos, observándose menores riesgos en las pendientes escarpadas del cerro.

Figura 11 Índice de vulnerabilidad para BOSAWAS

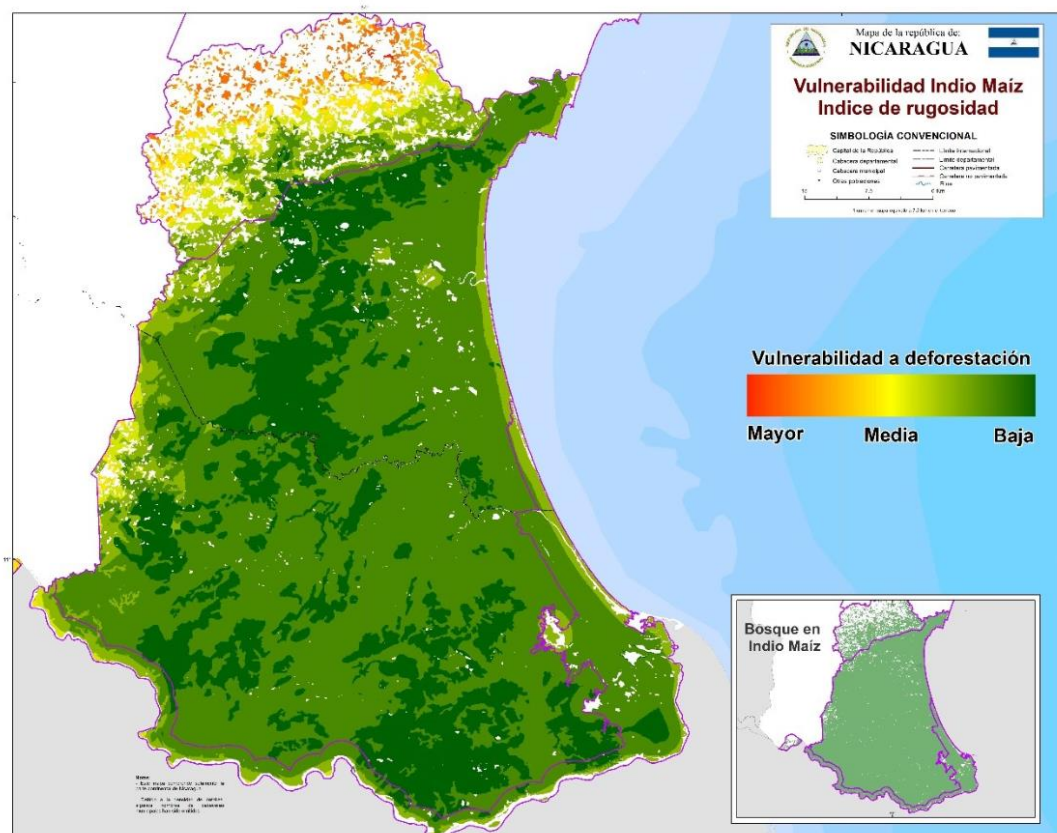


2.1.2 Zona de amortiguamiento de Río San Juan

La siguiente figura muestra las áreas protegidas de: Indio Maíz, Punta Gorda y la de San Juan de Nicaragua. Obsérvese como los mayores riesgos de deforestación se encuentran en el norte, sobre todo en el área de Punta Gorda, ahí los riesgos son de medios a altos y también coincide con la zona de mayor deforestación. Un poco más debajo de esta zona se encuentran pendientes más escarpadas, las cuales aparecen de color verde oscuro en el mapa. Se espera que los procesos de deforestación sean retrasados en esta zona por las condiciones biofísica del terreno. Ver figura

El área de Indio maíz es más amenazada por el sector oeste, donde ya se ven los primeros indicios de la deforestación, pero también puede avanzar por la parte noroeste, donde las pendientes del terreno son un poco más planas.

Figura 12 Índice de vulnerabilidad para Indio Maíz



La reserva de Indio Maíz, podría ser el área que más resista los procesos de deforestación, sobre todo porque el potencial para el desarrollo de la ganadería es muy bajo (áreas escarpadas y lluvias superiores a los 4000 mm anuales), sin embargo, la introducción de los búfalos de agua, podría ser una amenaza fuerte para la zona.

2.1.3 Evaluación de rugosidad por municipio

A continuación, se muestran las estadísticas de la evaluación del índice de rugosidad o riesgos de deforestación. Para este análisis se considera la importancia del bosque y su vulnerabilidad, por tal razón se calcularon las áreas de bosque que se encontraban más vulnerables en cada municipio. Se consideran los criterios abordados en el capítulo 3.1, en donde el índice de rugosidad va de 0 a 100, considerando cero no es vulnerable y 100 es altamente vulnerable.

Con respecto a la zona de amortiguamiento de BOSAWAS, el modelo de rugosidad indica que 7 de los 9 municipios tienen un alto porcentaje de vulnerabilidad, debido a su cercanía con la frontera agrícola, bajas pendientes de suelo, acceso a caminos y se han identificado para el 2015 puntos calientes de deforestación. Ver cuadro 4

Cuadro 4 Bosque Vulnerable para municipios de la zona de amortiguamiento de BOSAWAS

Municipio	Superficie total bosque en ha	Total de bosque vulnerable en Amortiguamiento	Superficie en ha de bosque con indice superior al 50
Siuna	96,063	93,956	97.8
Bonanza	92,907	76,516	82.4
Waspám	150,213	68,840	45.8
Waslala	58,577	56,233	96.0
Mulukukú	47,049	46,093	98.0
Wiwilíde Jinotega	66,089	44,494	67.3
San José de Bocay	32,011	30,995	96.8
El Cuá	34,240	30,728	89.7
Wiwilí de Nueva Segovia	11,660	11,629	99.7

Para la zona de amortiguamiento de Río San Juan el modelo indica que 4 de los 8 municipios tienen un alto porcentaje de vulnerabilidad; 4 municipios no son considerados debido a su lejanía con las áreas que tienen remanentes de bosque y se encuentran posterior a los municipios bordes con el área protegida. Ver cuadro 5

Cuadro 5 Bosque Vulnerable en municipios de la zona de amortiguamiento de Río San Juan

Municipio	Superficie total bosque en ha	Total de bosque vulnerable en Amortiguamiento	Superficie en ha de bosque con índice superior al 50
El Castillo	33,494	31,960	95.4
Nueva Guinea	29,220	29,179	99.9
Bluefields	17,220	16,930	98.3
El Rama	11,800	11,771	99.8
San Carlos*	36,963	145,014	NE
El Almendro*	14,000	101,186	NE
San Miguelito*	14,970	109,225	NE
Morrito*	13,640	66,814	NE

2.2 Estimación de tasa de deforestación y cobertura forestal

Considerando la metodología presentada en el capítulo 2, se identifica la distribución de puntos de la malla de evaluación visual para las siguientes clases:

2.2.1 Zona de amortiguamiento de BOSAWAS

La malla de evaluación visual para la zona de amortiguamiento de BOSAWAS cuenta con 536 puntos, sin embargo, se obtuvo información para 527 puntos. La diferencia corresponde a puntos que no hay determinación del uso debido a la ausencia de imágenes, presencia de nubes y/o sombras. Ver cuadro 6

Cuadro 6 Estimación de cobertura del suelo utilizando malla de evaluación visual 2018

2018		
Cobertura del suelo	Área (ha)	Puntos
Bosque latifoliado	469,770.31	202
Bosque de Coníferas	2,325.60	1
Cultivo Permanente > 30% (bosque)	13,953.57	6
Áreas agropecuarias arboladas	455,816.74	196
Cultivo anual	55,814.29	24
Pastos	204,652.41	88
Sabanas naturales	4,651.19	2
Asentamientos humanos y caminos	6,976.79	3
Suelo desnudo	2,325.60	1
Agua	9,302.38	4
Sombras y Nubes	20,930.36	9
Total	1,246,519.25	536

a) Tasa de deforestación

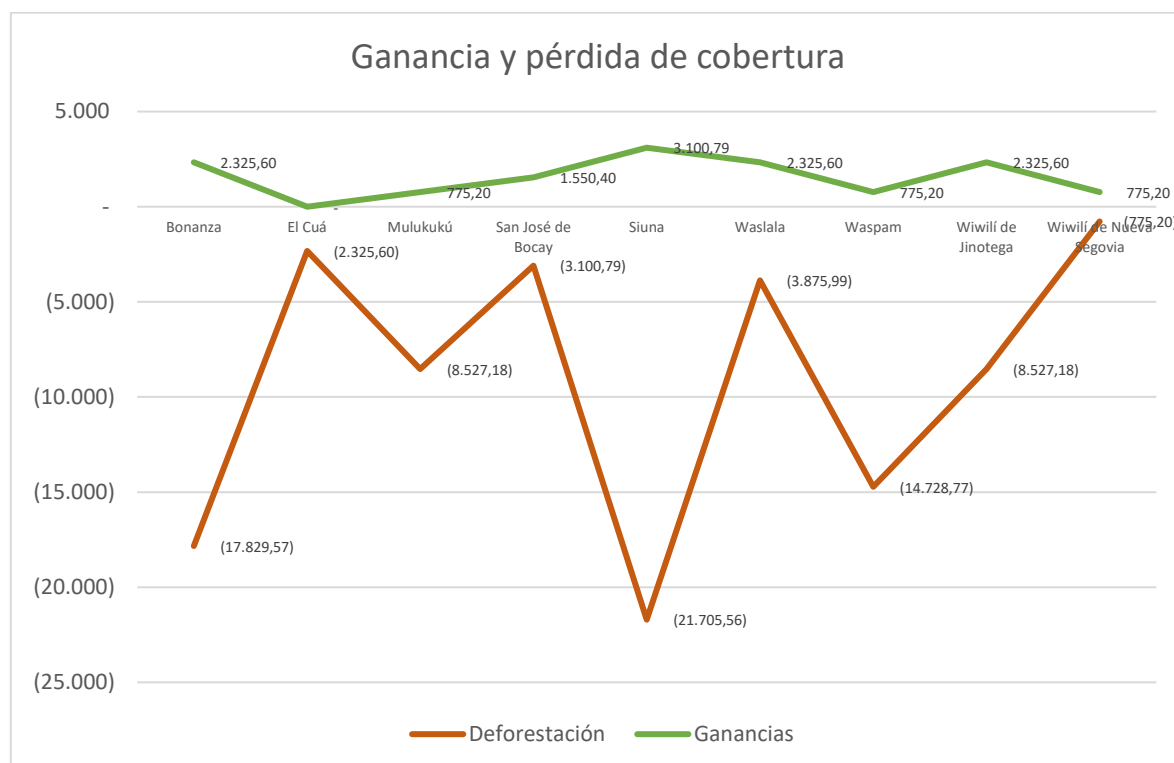
Se evaluó del comportamiento de la deforestación e incremento de cobertura del período 2015 - 2018. Se tomaron los datos de la evaluación visual 2015 realizada por el Proyecto ENDE-REDD+ en la costa caribe con el fin de calcular el cambio en la cobertura del suelo durante el periodo de referencia.

Se construyeron matrices de cambios de uso del suelo para cada municipio de la zona de amortiguamiento. Se estimó la tasa de deforestación bruta y las ganancias en cobertura forestal.

Cuadro 7 cambios de uso del suelo 2015 - 2018 de municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS

Actividad / Ha	Municipios / cambios anuales									Total
	Bonanza	El Cuá	Mulukukú	San José de Bocay	Siuna	Waslala	Waspam	Wiwilí de Jinotega	Wiwilí de Nueva Segovia	
Deforestación	(17,829.57)	(2,325.60)	(8,527.18)	(3,100.79)	(21,705.56)	(3,875.99)	(14,728.77)	(8,527.18)	(775.20)	(81,865.58)
Ganancias	2,325.60	-	775.20	1,550.40	3,100.79	2,325.60	775.20	2,325.60	775.20	117,392.15
Balance (Def+Gan)	(15,503.97)	(2,325.60)	(7,751.99)	(1,550.40)	(18,604.76)	(1,550.40)	(13,953.57)	(6,201.59)	-	35,526.57

Figura 13 Evaluación de la deforestación e incrementos de cobertura 2015 - 2018



Según el cuadro 7 y figura 13, los municipios con mayores tasas de deforestación bruta son Siuna, Bonanza y Waspam con 21 mil ha, 17 mil ha y 14 mil ha respectivamente. La mayor ganancia de cobertura se da en los municipios de Siuna, Bonanza, Waslala y Wiwili de Jinotega.

b) Cobertura forestal estable

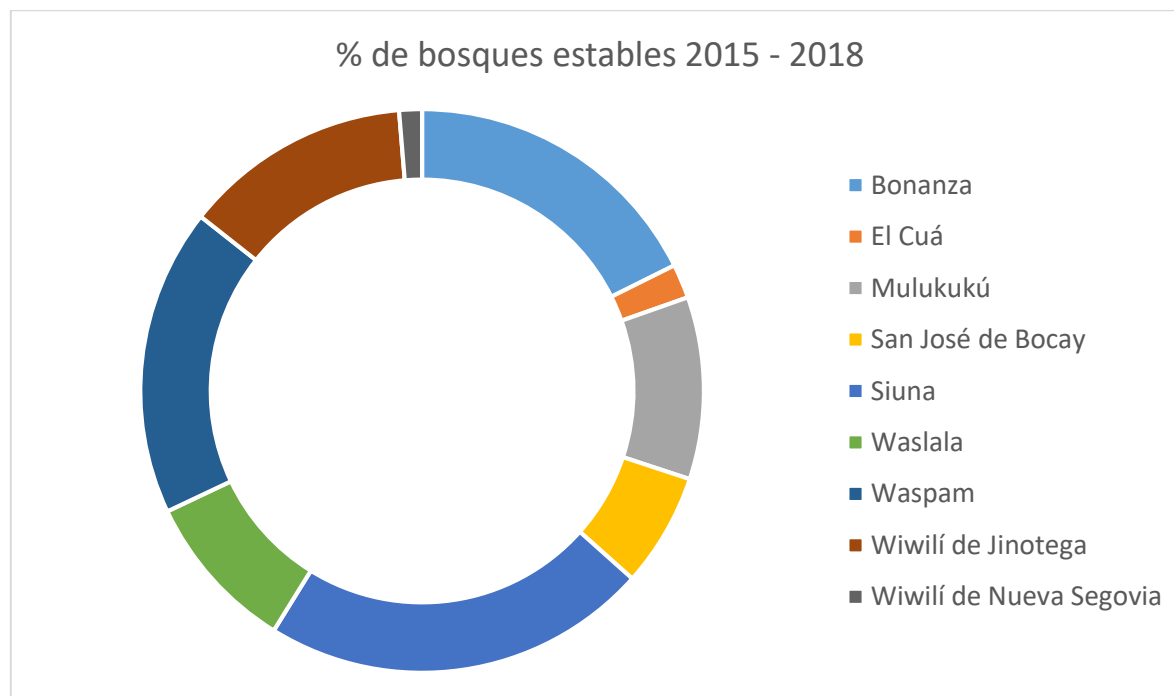
Se estimó la cantidad de bosque estable para cada municipio durante el periodo de referencia con el fin de asociarlo a los índices de riesgo de deforestación futura estimada en el capítulo 4.1. Este criterio será oportuno para la priorización de áreas de intervención del proyecto.

Según el cuadro 8 y figura 14, los municipios con mayor cobertura de bosque durante el período evaluado son Siuna, Waspan, Bonanza, Mulukukú y Waslala con 79 mil ha, 62 mil ha, 62 mil ha, 37 mil ha y 32 mil ha respectivamente.

Cuadro 8 Bosque estable durante 2015 – 2018 de municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS FALTA GRÁFICO

Actividad / Ha	Municipios / Cobertura forestal estable								
	Bonanza	El Cuá	Mulukukú	San José de Bocay	Siuna	Waslala	Waspam	Wiwilí de Jinotega	Wiwilí de Nueva Segovia
Bosque Estable	62,791.08	6,976.79	37,209.53	23,255.96	79,070.25	32,558.34	62,791.08	46,511.91	4,651.19
	359,127.29								

Figura 14 Distribución de cobertura forestal estable en municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS



2.2.2 Zona de amortiguamiento de Río San Juan

La malla de evaluación visual para la zona de amortiguamiento de Río San Juan cuenta con 316 puntos, sin embargo, se evaluaron solo 172 puntos correspondientes a los municipios de Bluefields, El Castillo, El Rama y Nueva Guinea. Los demás municipios fueron excluidos del análisis debido a su lejanía con el área identificada como frontera agrícola para el año 2015.

De los 172 puntos, se obtuvo información para 166. La diferencia corresponde a parcelas que no hay determinación del uso debido a la ausencia de imágenes, presencia de nubes y/o sombras para el año 2015. Ver cuadro 9

Cuadro 9 Estimación de cobertura del suelo utilizando malla de evaluación visual 2018 Río San Juan

2018		
Cobertura del suelo	Área (ha)	Puntos
Bosque latifoliado	113,278.93	50
Cultivo Permanente > 30% (bosque)	4,531.16	2
Áreas agropecuarias arboladas	212,964.39	94
Cultivo anual	29,452.52	13
Pastos	22,655.79	10
Asentamientos humanos y caminos	2,265.58	1
Agua	4,531.16	2
Total	389,679.52	172

a) Tasa de deforestación

Se evaluó el comportamiento de la deforestación e incremento de cobertura del período 2015 - 2018. Se tomaron los datos de la evaluación visual 2015 realizada por el Proyecto ENDE-REDD+ en la costa caribe con el fin de calcular el cambio en la cobertura del suelo durante el periodo de referencia.

Se construyeron matrices de cambios de uso del suelo para cada municipio de la zona de amortiguamiento. Se estimó la tasa de deforestación bruta y las ganancias en cobertura forestal.

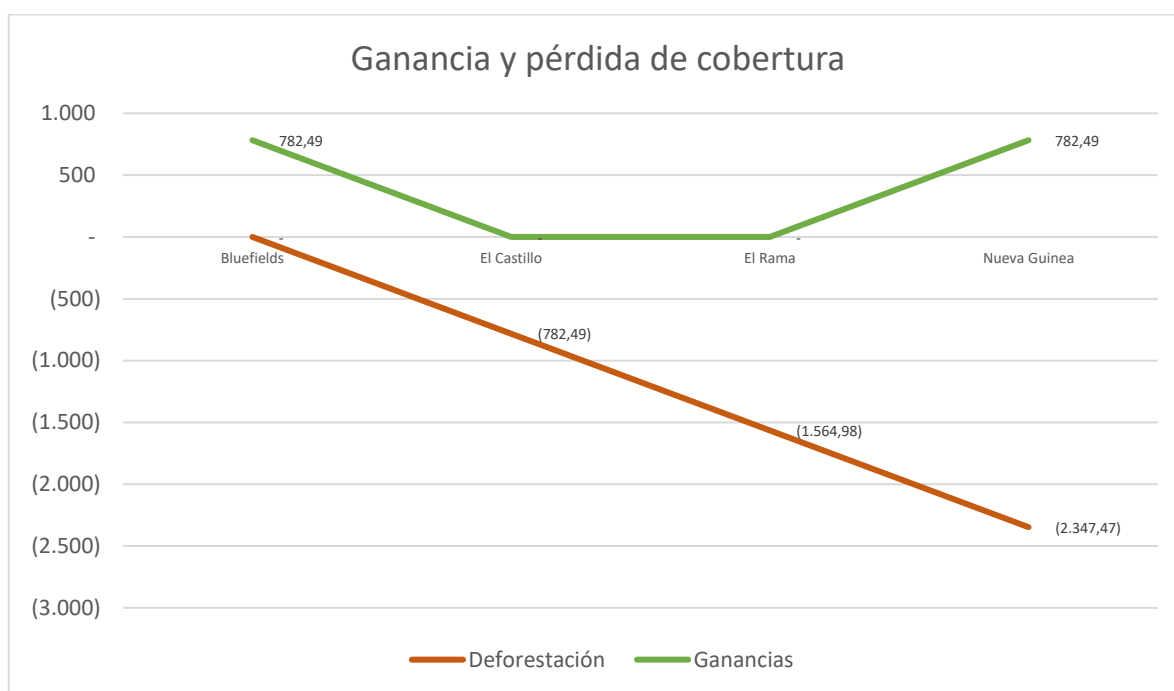
Según el cuadro 10 y figura 13, los municipios con tasas de deforestación bruta son: El Castillo, El Rama y Nueva Guinea con 782 ha, 1,564 ha y 2,347 ha respectivamente. Solamente Bluefields presenta una ganancia de cobertura de 782 ha en el periodo evaluado

Cuadro 10 cambios de uso del suelo 2015 - 2018 de municipios en zona de amortiguamiento de Rio San Juan

Actividad / Ha	Municipios / cambios anuales				
	Bluefields	El Castillo	El Rama	Nueva Guinea	Total
Deforestación	-	(782.49)	(1,564.98)	(2,347.47)	(2,347.47)
Ganancias	782.49	-	-	782.49	782.49
Balance (Def+Gan)	782.49	(782.49)	(1,564.98)	(1,564.98)	(1,564.98)

Según el cuadro 10 y figura 13, los municipios con tasas de deforestación bruta son: El Castillo, El Rama y Nueva Guinea con 782 ha, 1,564 ha y 2,347 ha respectivamente. Solamente Bluefields presenta una ganancia de cobertura de 782 ha en el periodo evaluado.

Figura 15 Evaluación de la deforestación e incrementos de cobertura 2015 – 2018 de Rio San Juan



b) Cobertura forestal estable

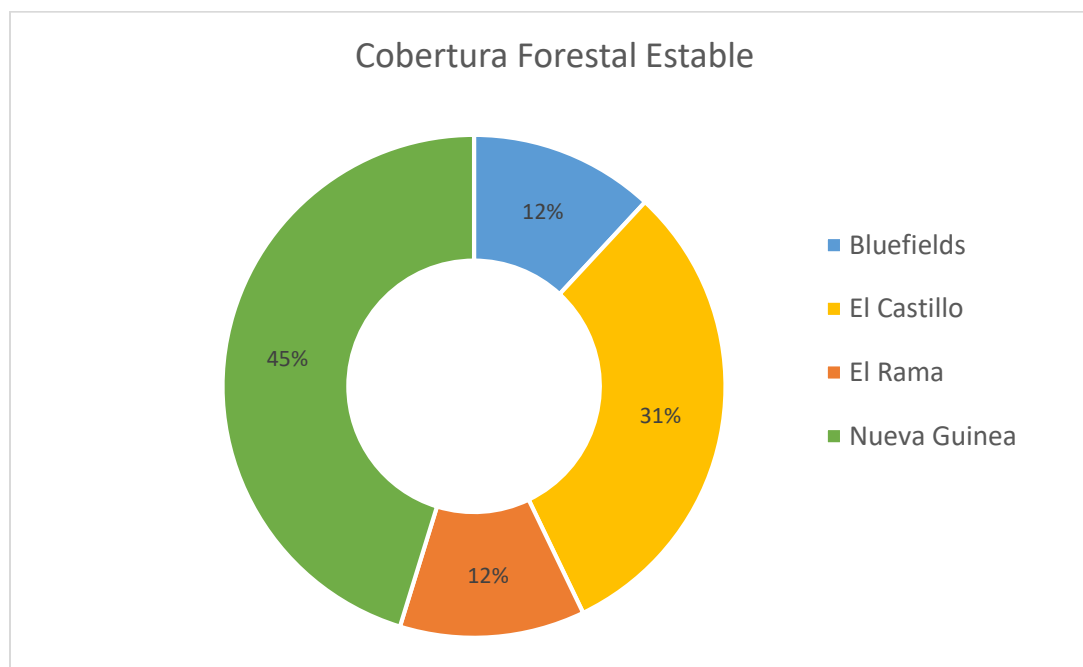
Se estimó la cantidad de bosque estable para cada municipio durante el periodo de referencia con el fin de asociarlo a los índices de riesgo de deforestación futura estimada en el capítulo 4.1. Este criterio será oportuno para la priorización de áreas de intervención del proyecto.

Según el cuadro 11 y figura 14, los municipios con mayor cobertura de bosque durante el período evaluado son Nueva Guinea y el Castillo con 44 mil ha y 30 mil ha respectivamente.

Cuadro 11 Bosque estable durante 2015 – 2018 de municipios en zona de amortiguamiento de Rio San Juan

Actividad / Ha	Municipios / Cobertura forestal estable				
	Bluefields	El Castillo	El Rama	Nueva Guinea	Total
Bosque Estable	11,737.34	30,517.07	11,737.34	44,601.87	(2,347.47)

Figura 16 Distribución de cobertura forestal estable en municipios en zona de amortiguamiento de Rio San Juan



III. PROPUESTA DE MUNICIPIOS PRIORIZADOS

Posterior al procesamiento de los 4 criterios considerados en el estudio (evaluación de rugosidad de municipios, tasas de deforestación, ganancia de cobertura y bosques remanentes), se asigna un peso de significancia considerando los aportes de cada criterio a la conservación de la biodiversidad, restauración de paisajes y corredores biológicos, reducción de la tasa de deforestación nacional y manejo sostenible de los bosques que deberán ser implementados en el área de influencia del proyecto. En el siguiente cuadro se detallan los pesos de cada criterio y las condiciones para ser considerados en cada municipio:

Cuadro 12 Distribución de pesos a criterios de priorización

Criterio	Peso (%)	Variable a la cual se aplica la ponderación
Rugosidad	20	Área total de bosque bajo condiciones de vulnerabilidad
Tasa de Deforestación	30	Área total deforestada entre 2015 - 2018
Ganancia de Cobertura	20	Área total de ganancia de cobertura entre 2015 - 2018
Permanencia de bosque 2015 - 2018	30	Área total de bosque estable entre 2015 - 2018
	100	

Las variables fueron ponderadas en tres rangos considerando su prioridad: 75 a mas – Mayor, 50 a 75 – Medio y 0 a 50 – Menor.

3.1 Zona de amortiguamiento BOSAWAS

El cuadro 10 presenta los resultados de la evaluación de los pesos considerando la información presentada en el capítulo 4. Los municipios de alta prioridad son: Bonanza y Siuna; prioridad media: Mulukukú, Waspan y Wiwilí de Jinotega; prioridad baja: El Cuá, San José de Bocay, Waslala y Wiwilí de Nueva Segovia.

Cuadro 139 Municipios priorizados municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS

Municipios	Criterios				
	Rugosidad	Tasa de Deforestación	Ganancia de Cobertura	Permanencia de bosque 2015 - 2018	Total
Bonanza	20.00	24.64	20.00	23.82	88.47
El Cuá	16.29	3.21	-	2.65	22.15
Mulukukú	15.65	12.50	7.20	15.40	50.75
San José de Bocay	11.97	4.29	13.33	8.82	38.41
Siuna	9.81	30.00	26.67	30.00	96.48
Waslala	9.47	5.36	20.00	12.35	47.18
Waspan	6.60	20.36	6.67	23.82	57.45
Wiwilí de Jinotega	6.54	11.79	20.00	17.65	55.97
Wiwilí de Nueva Segovia	2.48	1.07	6.67	1.76	11.98

3.2 Zona de amortiguamiento Río San Juan

El cuadro 14 presenta los resultados de la evaluación de los pesos considerando la información presentada en el capítulo 4. El municipio de alta prioridad es Nueva Guinea; prioridad media: el Castillo y prioridad baja: Bluefields y el Rama.

Cuadro 14 Municipios priorizados municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS

Municipios	Criterios				
	Rugosidad	Tasa de Deforestación	Ganancia de Cobertura	Permanencia de bosque 2015 - 2018	Total
El Castillo	20	10	-	21	51
Nueva Guinea	16	30	20	30	96
Bluefields	14	-	20	8	41
El Rama	13	20	-	8	41
San Carlos	NE	NE	NE	NE	NE
El Almendro	NE	NE	NE	NE	NE
San Miguelito	NE	NE	NE	NE	NE
Morrito	NE	NE	NE	NE	NE

IV. PROPUESTA INTERVENCIONES EN MUNICIPIOS PRIORIZADOS

Las intervenciones propuestas están orientadas a la intensificación de los sistemas de producción agrícolas y ganaderos (más productivos y sostenibles); los cuales contribuyan al aumento de cobertura forestal, reducción de la tasa de deforestación, conservación de los bosques y la creación de empleo. Los bosques plantados multifuncionales contribuirán a los aumentos de las existencias de carbono. Se espera que estas intervenciones en su conjunto contribuyan a beneficios como la conservación, la restauración de la biodiversidad, corredores biológicos y generación de empleo.

Se consideró un área buffer de 5 kilómetros a partir del borde de área núcleo hacia la zona de amortiguamiento de los municipios priorizados y el área definida por sectores censales colindantes a zonas núcleo

4.1 Zona de amortiguamiento BOSAWAS

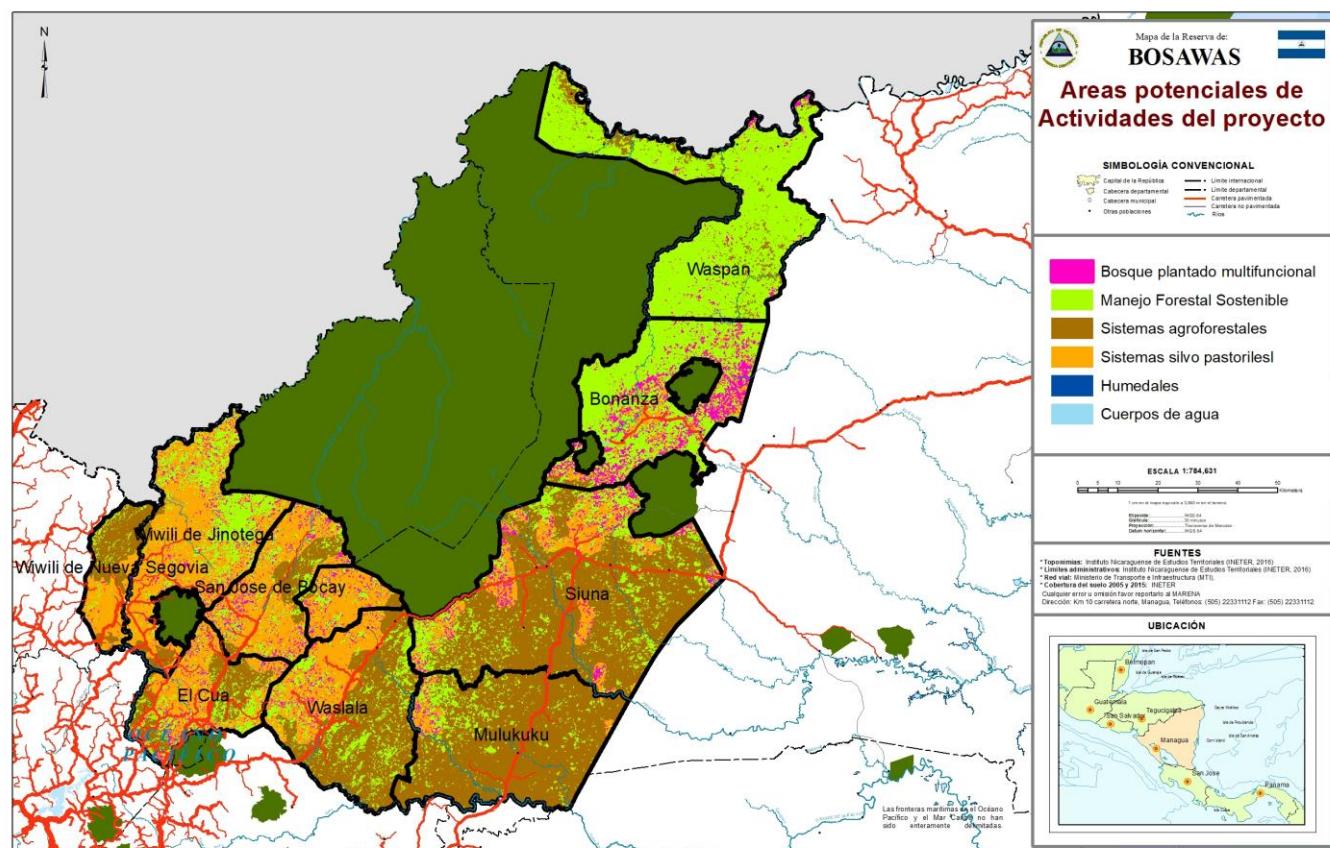
Se sugiere intervenir en 78,581 mil ha de los municipios de la zona de amortiguamiento de BOSAWAS implementando actividades de manejo forestal sostenible, plantación de bosques multifuncionales, sistemas agroforestales y silvopastoriles. Ver Cuadro 15 y Figura 15

Las intervenciones de conservación y producción sostenible son aplicadas como criterio principal, ya que se evaluaron las áreas con alta tasa de deforestación y pérdidas sustanciales de carbono.

Cuadro 15 Propuesta de intervenciones y áreas de implementación en municipios en zona de amortiguamiento de BOSAWAS

Municipios	Bosque plantado multifuncional	Manejo Forestal Sostenible	Manejo Forestal Comunitario	Sistemas agroforestales	Sistemas silvo pastoriles	Total
Bonanza	3,252	7,407	5,805		2,141	18,604
Siuna	7,321	14,173	2,160	19,405	16,917	59,977
Total general	10,573	21,580	7,965	19,405	19,058	78,581

Figura 15 Áreas potenciales para desarrollo de intervenciones del Proyecto en amortiguamiento de Bosawas



Se sugiere intervenir en 94,750 mil ha de los municipios de la zona de amortiguamiento de Río San Juan implementando actividades de manejo forestal sostenible, plantación de bosques multifuncionales, sistemas agroforestales y silvopastoriles. Ver Cuadro 16 y Figura 15

Cuadro 16 Propuesta de intervenciones y áreas de implementación en municipios en zona de amortiguamiento de Río San Juan

Municipios	Bosque plantado multifuncional	Manejo Forestal Sostenible	Sistemas agroforestales	Sistemas silvo pastorilesl	Total
Bluefields	8,382	7,032		16,988	32,401
El Castillo	7,118	10,654		7,545	25,318
Nueva Guinea	4,374	2,717	483	29,457	37,030
Total general	19,873	20,403	483	53,990	94,750

Mapa de la Reserva SURESTE

Áreas potenciales de Actividades del proyecto

SIMBOLOGÍA CONVENCIONAL

- Capitales de la República
- Capitales departamentales
- Capitales municipales
- Otras poblaciones
- Límite internacional
- Límite departamental
- Límite municipal
- Carrteras pavimentadas
- Carrteras no pavimentadas
- Ríos

ESCALA 1:828.872

FUENTES

- * Toponimia: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2015)
- * Límites administrativos: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2016)
- * Cobertura del suelo 2005 y 2015: INETER

Cualquier error o omisión será reportado al INETER

Dirección: Km 10 carretera norte, Managua, Nicaragua (Código 22331112 P. Nat. (005) 22331112)

UBICACIÓN

Las fronteras marítimas en el Océano Pacífico y el Mar Caribe no han sido determinadas.

V. POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

Considerando las áreas propuestas del capítulo 6, se estimó el potencial en reducción de emisiones de CO2 para un período de 7 años.

Se estima un total de 6.4 Millones de Toneladas de CO2 evitadas y removidas durante la implementación de las intervenciones en los municipios priorizados. Ver cuadro 16

Cuadro 16: Potencial de emisiones reducidas con intervenciones propuestas del Proyecto / Ton CO2

Zona de Amortiguamiento	Bosque plantado multifuncional	Manejo Forestal Sostenible	Sistemas agroforestales	Sistemas silvopastoriles	Total TON CO2
BOSAWAS	1,881,165.08	207,246.52	2,542,423.70	212,255.93	4,843,091
RÍO SAN JUAN	3,536,013.88	143,119.00	63,282.18	491,066.91	4,233,482
Total general	5,417,179	350,366	2,605,706	703,323	9,076,573

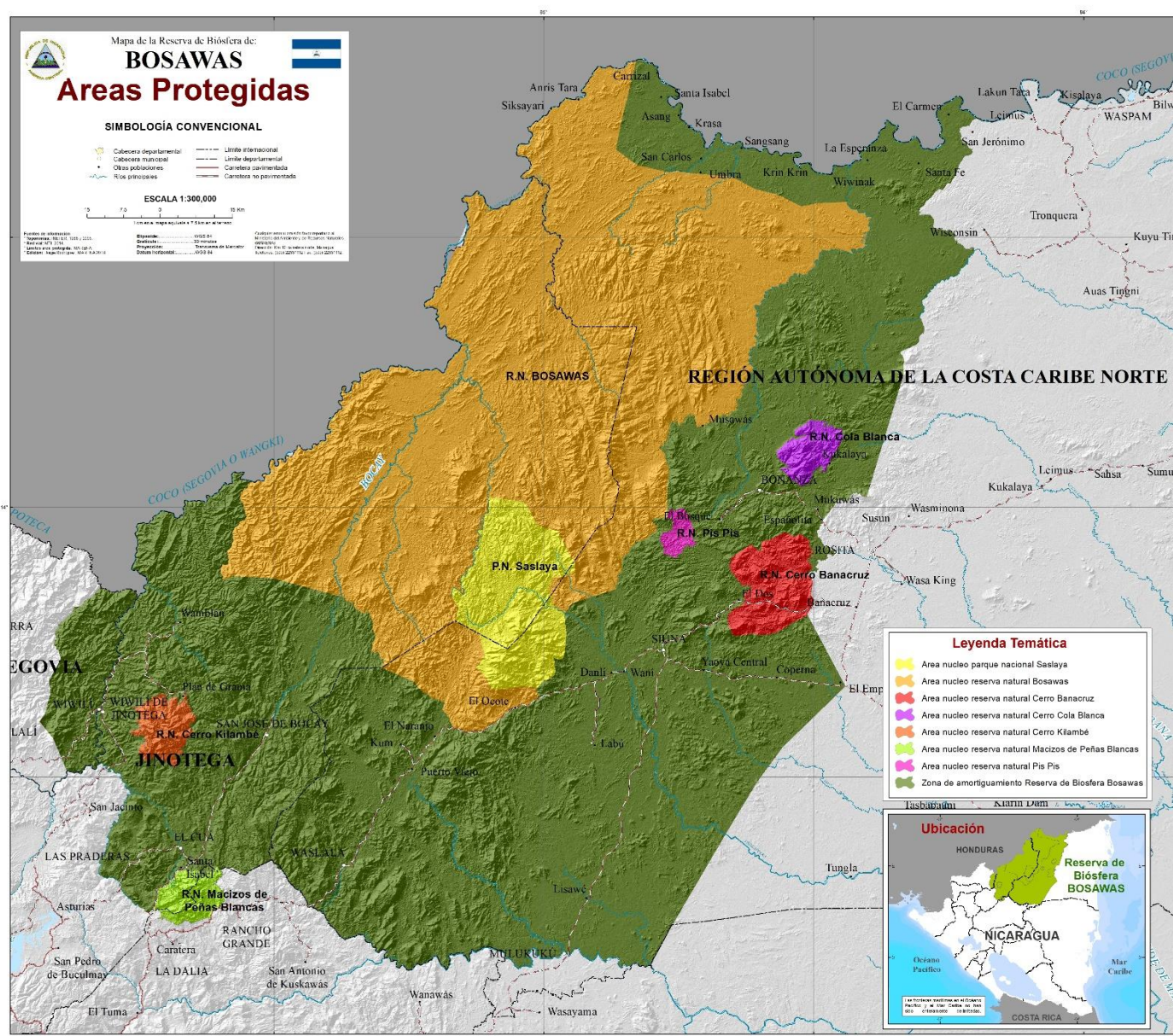
VI. Anexos

Anexo 1: Programas y proyectos en la Costa Caribe

El país tiene en curso proyectos que contribuirán a iniciativas públicas y privadas orientadas a reducir las tasas de deforestación, restauración de paisajes, fortalecer las prácticas en el manejo de la tierra y uso sostenible del bosque con énfasis en adaptación al Cambio Climático.

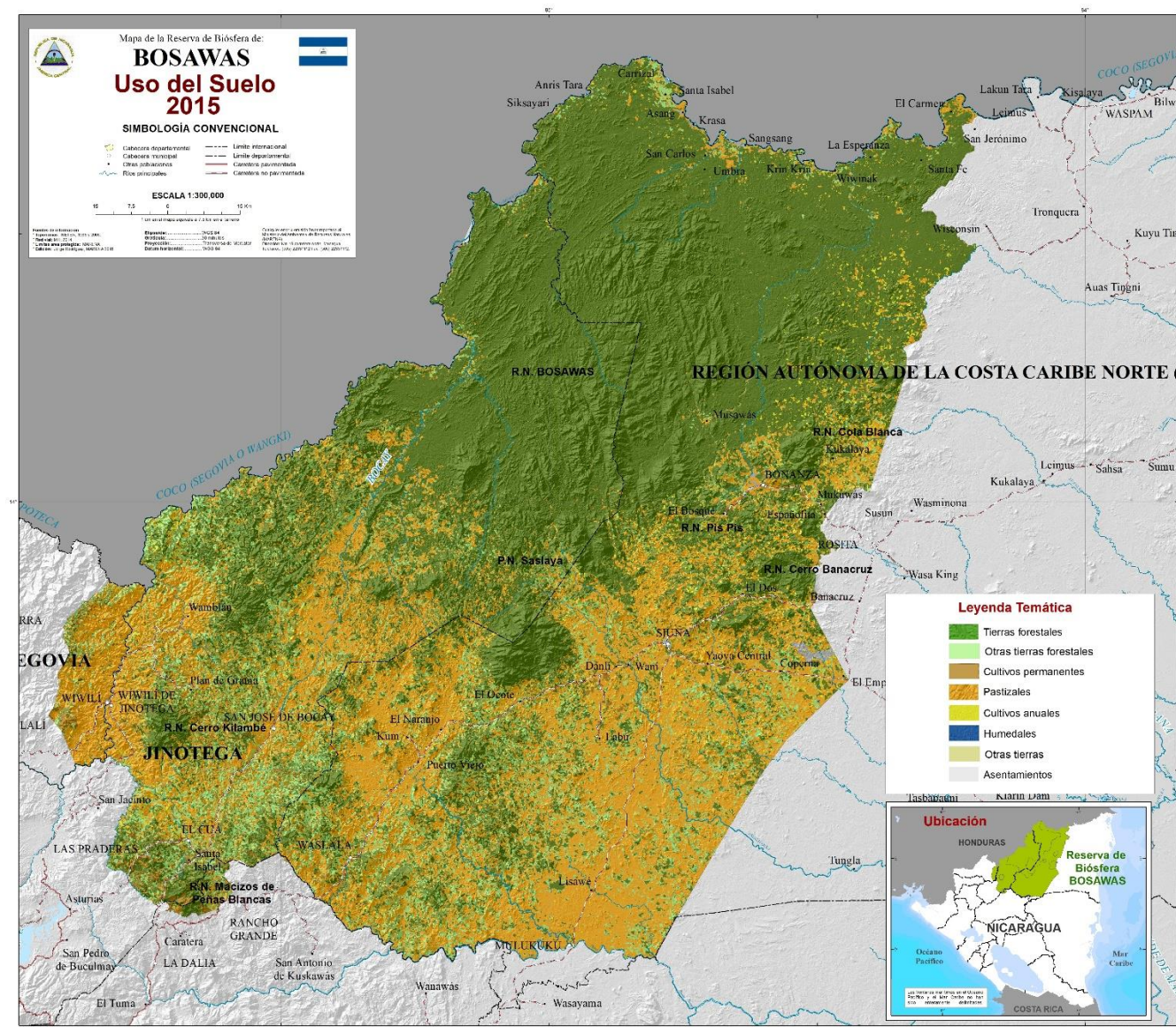
Proyecto /Programa	Participantes	Enfoque temático	Concentración geográfica
Programa Bovinos Enfoque en producción y procesamiento mejorados de carne y leche Presupuesto = 8 millones de euros	9,000 productores con 0.5-50 ha, 60 comunidades	Sistemas silvopastoriles: AT, trazabilidad, fortalecimiento de 12 organizaciones de productores.	Municipios: El Ayote, Muelle de los Bueyes, Nueva Guinea, y El Rama en la RACCS
CONAGAN FOMIN/BID Se enfoca en el aumento de la producción ganadera a través de sistemas silvopastoriles y mejores vínculos y coordinación a lo largo de la cadena de valor	8 municipios.	Sistemas silvopastoriles: AT, crédito, trazabilidad, fortalecimiento de organizaciones de productores y mejora en la integración de la cadena de valor	Mulukuku, Siuna, Rosita y Bonanza en la RACCN. Nueva Guinea, El Rama Paiwas y El Ayote en la RACCS.
Programa NICADAPTA Se enfoca en mejorar la producción y organización de productores de café y cacao Presupuesto = \$7.9 Millones	4,319 productores, 382 comunidades	Sistemas agroforestales con cacao y café: AT, fortalecimiento organizativo de 16 grupos de productores	Waspam, Bonanza, Rosita, Siuna, Mulukuku y Waslala en la RACCN. Wiwilí Nueva Segovia. Wiwilí Jinotega y San José de Bocay del Departamento de Jinotega. Bluefields, El Rama, Muelle de los Bueyes, Nueva Guinea, El Ayote y Kukra Hill en la RACCS, y El Castillo en Río San Juan
Proyecto fortalecimiento integral de la resiliencia del cambio climático de las zonas de las Reservas de Biosferas BOSAWAS y Río San Juan. Fondo Verde del Clima	9 Municipios	Reforestación, sistemas silvopastoriles, agroforestales y restauración de paisajes.	El Cuá y Wiwilí Departamento de Jinotega. Wiwilí del departamento de Nueva Segovia Mulukuku, Siuna, Waslala de la RACCN El Rama, La Cruz de Río Grande, Nueva Guinea de la RACCS

Anexo 2: Mapas de áreas protegidas BOSAWAS y RIO SAN JUAN



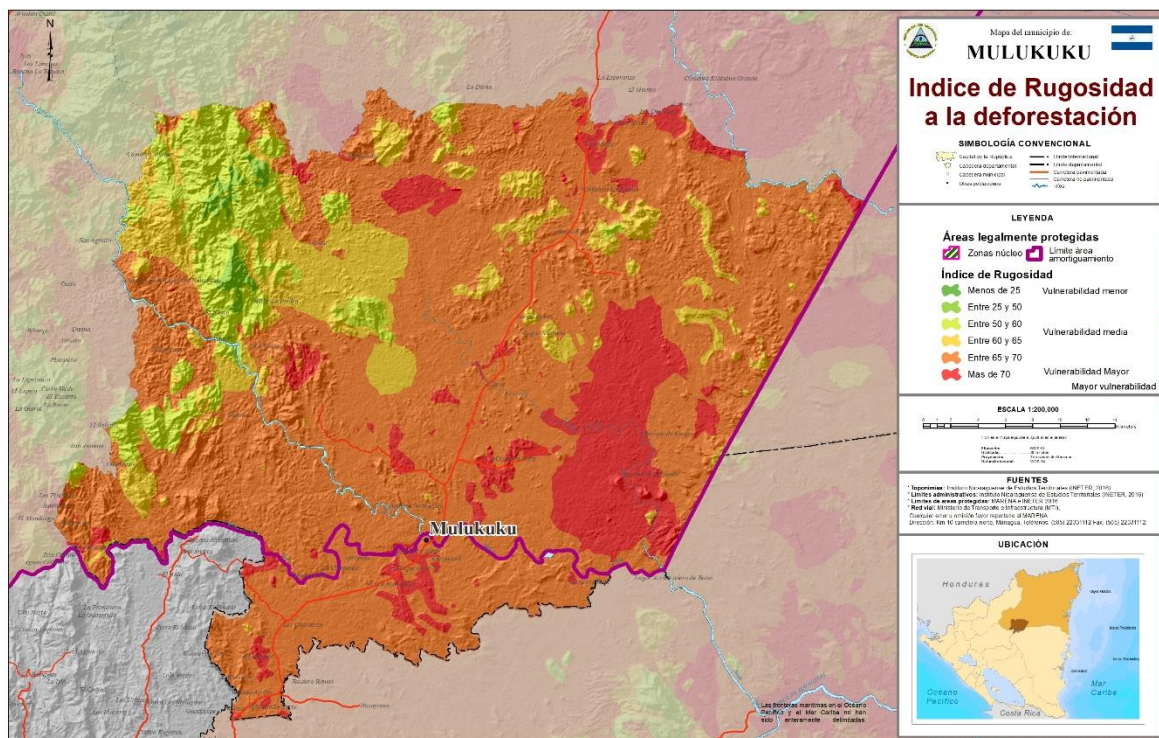
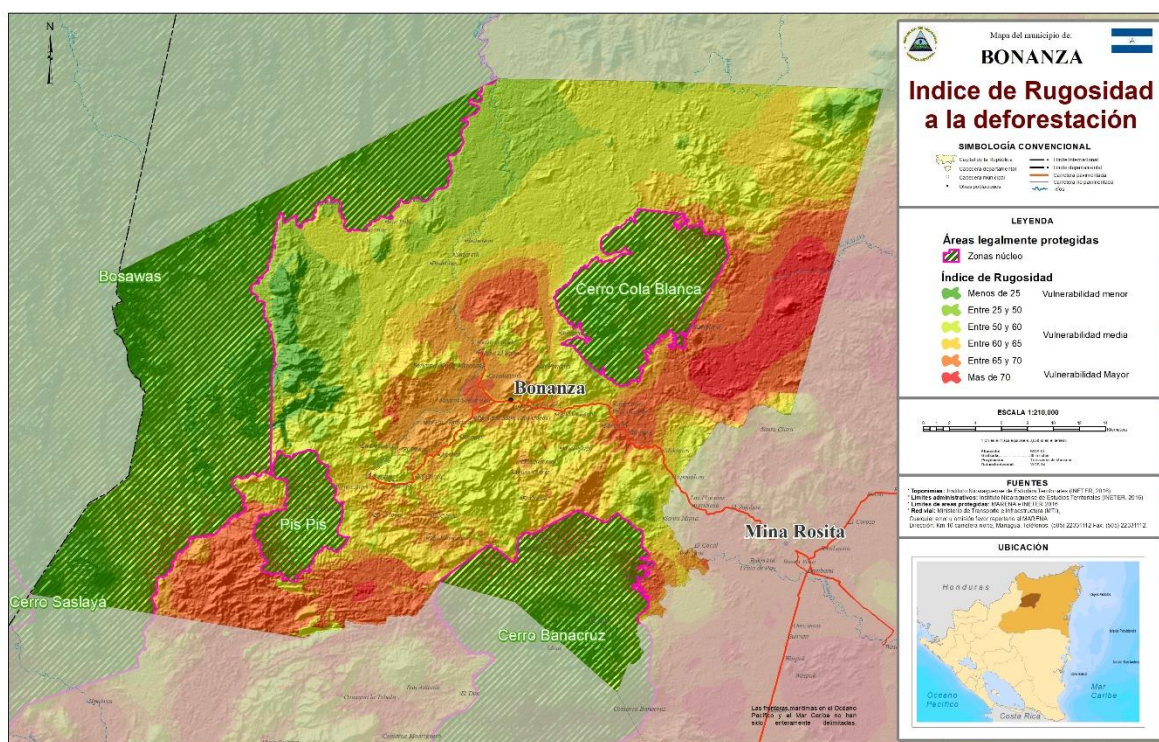


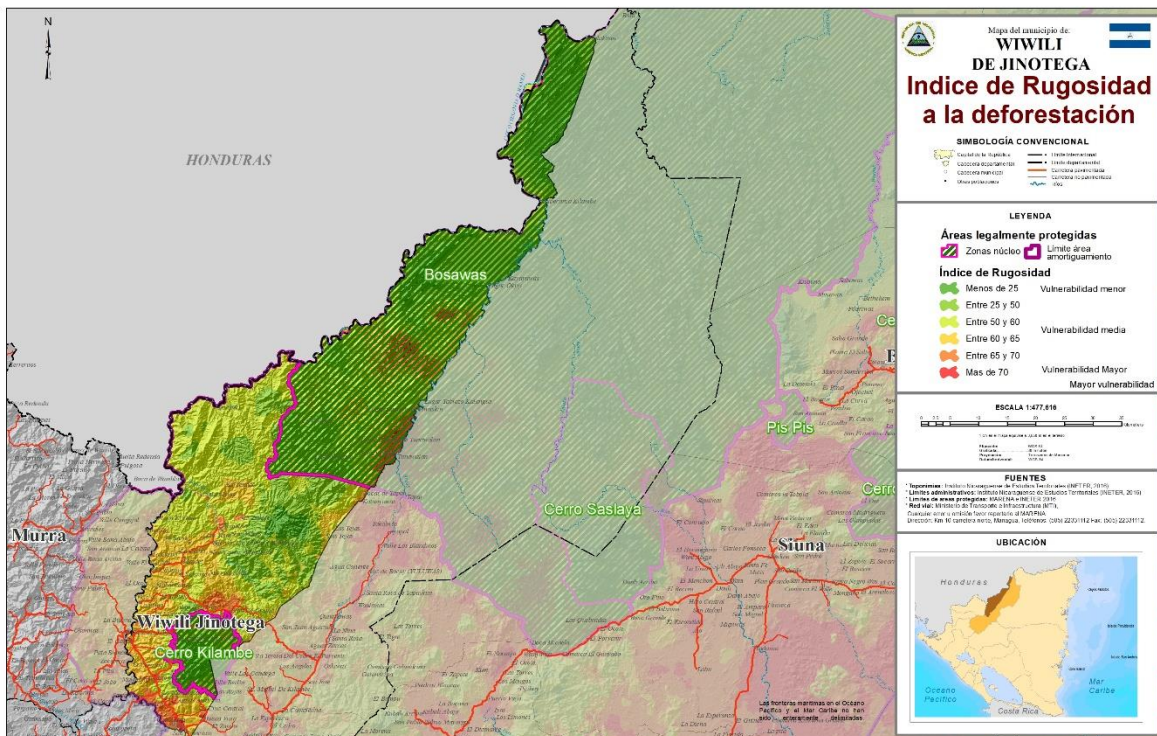
Anexo 3: Mapas de cobertura y uso del suelo 2015 BOSAWAS y RIO SAN JUAN



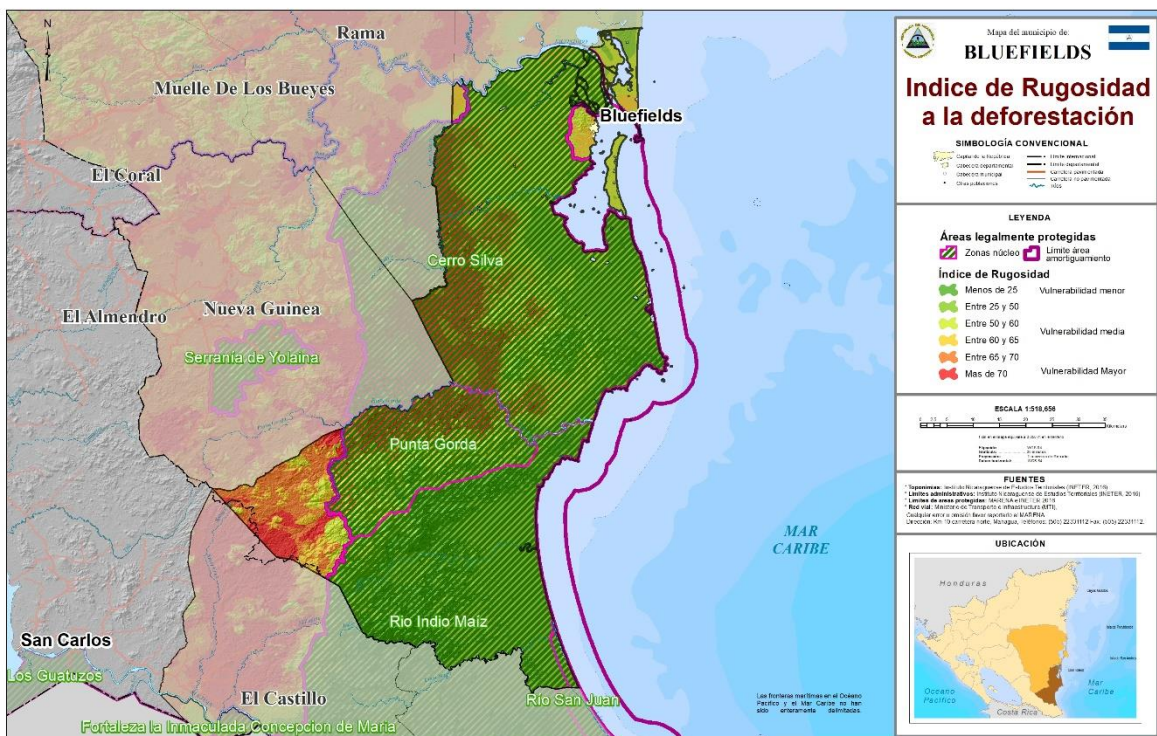
Anexo 4: Mapas rugosidad de municipios priorizados

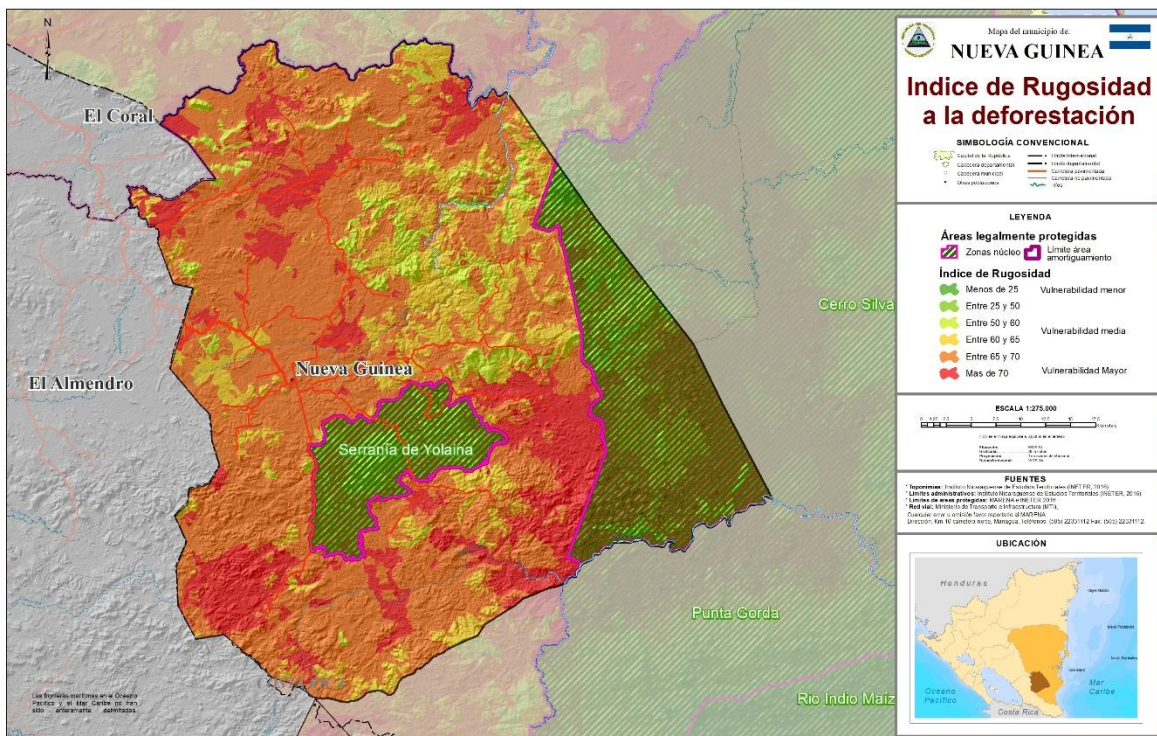
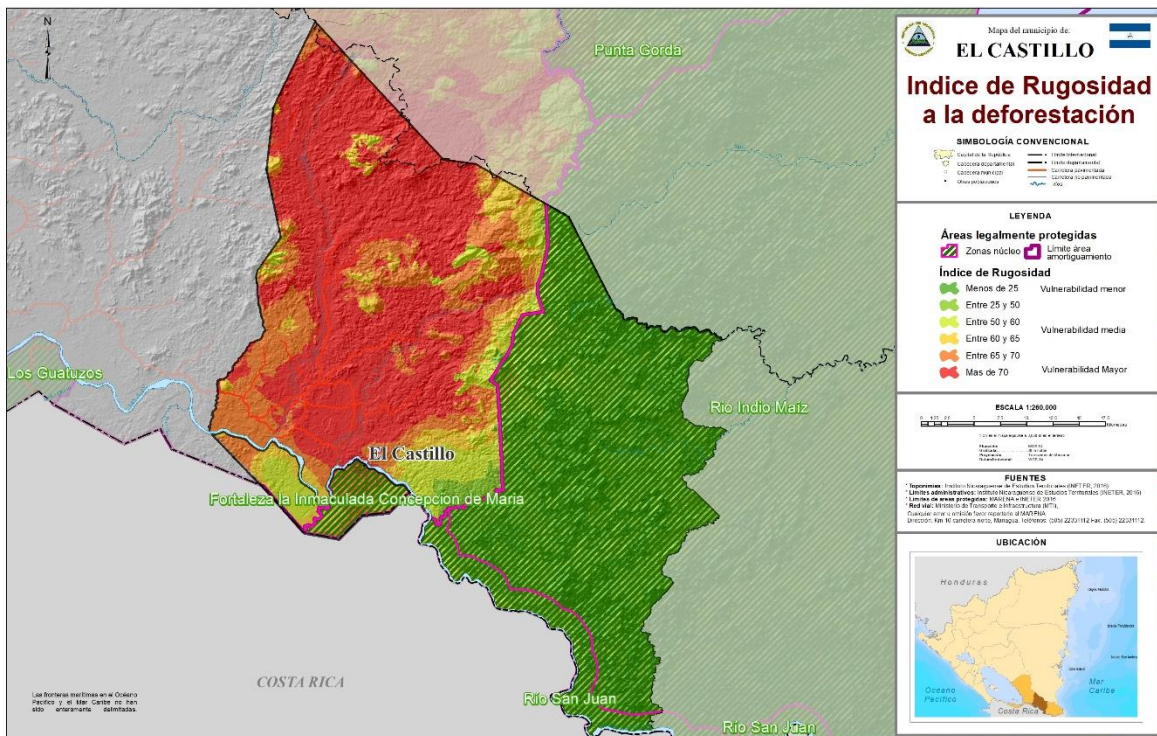
Municipios priorizados de zona de amortiguamiento de BOSAWAS





Municipios priorizados de zona de amortiguamiento de BOSAWAS





Anexo 5: Mapa de acceso a caminos y carreteras

